Raquel Fornaziero Gomes

**Avaliação da eficácia dos protetores auditivos, utilizando
“Microphone in Real Ear” (MIRE)**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para obtenção do
título de Mestre em Ciências

Programa de Ciências da Reabilitação

Orientadora: Profa. Dra. Alessandra Giannella
Samelli

São Paulo

2015

Raquel Fornaziero Gomes

**Avaliação da eficácia dos protetores auditivos, utilizando
“Microphone in Real Ear” (MIRE)**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para obtenção do
título de Mestre em Ciências

Programa de Ciências da Reabilitação

Orientadora: Profa. Dra. Alessandra Giannella
Samelli

São Paulo

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Gomes, Raquel Fornaziero

Avaliação da eficácia dos protetores auditivos, utilizando “Microphone in Real Ear” (MIRE) / Raquel Fornaziero Gomes. -- São Paulo, 2015.

Dissertação(mestrado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Programa de Ciências da Reabilitação.

Orientadora: Alessandra Gianella Samelli.

Descritores: 1.Perda auditiva 2.Ruído 3.Dispositivos de proteção das orelhas
4.Ruído ocupacional 5.Perda auditiva provocada por ruído/prevenção & controle
6.Questionários 7.Exposição ocupacional

USP/FM/DBD-099/15

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Alcides Tadeu Gomes e Rosemeire Fornaziero Gomes, pelo amor, pela confiança, pela dedicação e por todo apoio nesse início da vida profissional.

AGRADECIMENTOS

À minha irmã, Cássia Fornaziero Gomes, pelas longas e infinitas traduções, por ser minha alma gêmea, a parte prática e racional de mim, por me suportar nos momentos de ódio, de amor, empolgação, depressão, ansiedade, e por sempre me dar forças pra continuar;

Ao meu cunhado, Felipe Sarubbi, por sempre me ajudar em tudo que preciso, mas principalmente pelo auxílio nas traduções;

À tia Claret, tio Cláudio, Thaís e Claudinho, pela confiança depositada em mim;

À minha orientadora, Alessandra Giannella Samelli, por me apresentar a Audiologia, me orientar no TCC, na Iniciação Científica, na Capacitação Técnica e agora, no Mestrado, sempre com muita competência, dedicação e cumplicidade. Tão pouco tempo e tantos trabalhos juntas;

À Renata Moreira, que além de supervisora, foi ombro amigo, conselheira, instrutora e banca da Qualificação. Obrigada por todos os ensinamentos e risadas, Re!

Ao Clayton, colega de classe e eterno “homem da Fono”, aquele que ninguém vive sem. Clay, obrigada por dividir as aflições comigo, por me ajudar a mexer no equipamento, por permitir que eu compartilhasse os piores e melhores momentos de todo esse processo com você;

À queridíssima Camila Rabelo, pelo riso largo e solto, pelas dicas, conselhos, pela presença na minha Qualificação e por toda a ajuda com a submissão do artigo;

À Ivone, que foi fundamental para os cadastros online e burocracias que só ela entende;

Às professoras Eliane Schochat e Carla Gentile Matas, por terem sido tão presentes durante a graduação, aumentando meu amor pela Audiologia. Obrigada também pelas valiosíssimas contribuições na Qualificação;

À minha amiga e exemplo, Paola Mello, por ter sido minha maior incentivadora;

Às queridas Emília Oliveira e Mariana Leme, por terem aliviado toda e qualquer pressão ao longo desses anos;

À amiga, parceira de Iniciação Científica e sócia, Carolina Beija, por compreender minha ausência e pouca dedicação ao trabalho durante esses anos de pesquisa;

Aos componentes da CG, amigos de faculdade que estarão sempre em meu coração, por fazerem parte dessa conquista;

À Dani Tugu, por ter me passado seus conhecimentos de Mestranda (enquanto cursava) e de Mestre (pós-defesa);

Às técnicas e professoras do curso de Fonoaudiologia da USP, por todos os ensinamentos compartilhados ao longo da Graduação e da Pós-graduação;

A todas as pessoas que participaram da pesquisa e também àqueles que contribuíram indiretamente para que ela fosse possível.

“Sempre fui de me dar assim, refazendo verbos, iniciando frases,
completando palavras. E quando alguma coisa falta, tudo bem, existe abraço
que fala, olhar que entende, sorriso que é cúmplice.”

Clarissa Corrêa

Esta dissertação está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. Guia de apresentação de dissertações, teses e monografia. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A.L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3ª ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

SUMÁRIO

Lista de Abreviaturas

Lista de Tabelas

Lista de Quadros e Figuras

Resumo

Abstract

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Justificativa	6
2. OBJETIVOS	8
2.1 Objetivo Geral	9
2.2 Objetivos Específicos	9
3. REVISÃO DA LITERATURA	10
3.1 Protetores Auditivos	11
3.2 Avaliação da Eficácia dos Protetores Auditivos	19
3.3 Dosimetria	23
3.4 Aplicabilidade de Métodos de Verificação da Atenuação	27
4. MÉTODOS	30
4.1 Casuística	31
4.2 Critérios de Seleção	32
4.3 Materiais	33
4.4 Procedimentos	33
4.5 Análise Estatística	40
5. RESULTADOS	42
5.1 Caracterização da casuística	43
5.2 Caracterização do ruído no ambiente de trabalho	52

5.3 Comparação entre os níveis de ruído no MIRE e no ML	54
5.4 Ocorrência de subproteção e proteção adequada	58
5.5 Correlação de algumas variáveis obtidas pelo questionário, com a presença de perda auditiva	59
5.6 Estudo da atenuação fornecida pelo PA	62
6. DISCUSSÃO.....	65
6.1 Caracterização da casuística	67
6.2 Caracterização do ruído no ambiente de trabalho	74
6.3 Comparação entre os níveis de ruído no MIRE e no ML	77
6.4 Ocorrência de subproteção e proteção adequada	78
6.5 Correlação de algumas variáveis obtidas pelo questionário, com a presença de perda auditiva	81
6.6 Estudo da atenuação fornecida pelo PA	83
6.7 Considerações finais	84
7. CONCLUSÕES	87
8. ANEXOS	90
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97

LISTA DE ABREVIATURAS

CA	Certificado de Aprovação
LARI	Laboratório de Ruído Industrial
MAE	Meato Acústico Externo
MIRE	<i>Microphone In Real Ear</i>
ML	Microfone Lapela
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NIOSH	<i>National Institute of Occupational Safety and Health</i>
NPS	Nível de Pressão Sonora
NR-6	Norma Regulamentadora nº 6
NR-15	Norma Regulamentadora nº 15
NRR	Nível de Redução do Ruído / <i>Noise Reducing Rating</i>
NRRsf	Nível de Redução de Ruído - “ <i>subject fit</i> ” / <i>Noise Reducing Rating - “subject fit”</i>
OMS	Organização Mundial da Saúde
OSHA	<i>Occupational Safety and Health Administration</i>
PA(s)	Protetor(es) Auditivo(s)
PAINPSE	Perda Auditiva Induzida por Níveis de Pressão Sonora Elevados
PAIR	Perda Auditiva Induzida por Ruído
PPPA	Programa de Prevenção de Perda Auditiva
REAT	<i>Real Ear Attenuation at Threshold</i>
SPL	<i>Sound Pressure Level</i> (Nível de Pressão Sonora – NPS)

TCLE Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UFSC Universidade Federal de Santa Catarina

WHO *World Health Organization*

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resumo descritivo da idade (anos) e do tempo de exposição (meses).....	43
Tabela 2: Frequências e porcentagens da função ocupacional	45
Tabela 3: Frequências e porcentagens da frequência de uso (Q5) em cada categoria (incômodo ou não com o PA).....	46
Tabela 4: Frequências e porcentagens da frequência do hábito de retirar o PA para conversar (Q6) em cada categoria (incômodo ou não com o PA)	46
Tabela 5: Média e desvio padrão (dBNA) dos limiares auditivos por via aérea das orelhas direita e esquerda (n=29)	47
Tabela 6: Frequências e porcentagens da ocorrência de perda auditiva por função e total nas orelhas direita e esquerda	48
Tabela 7: Frequências e porcentagens conjuntas de ocorrência de perda auditiva nas duas orelhas	49
Tabela 8: Frequências e porcentagens do tipo de perda auditiva em ambas as orelhas por função e total.....	50
Tabela 9: Frequências e porcentagens do grau de perda auditiva em ambas as orelhas por função e total.....	51
Tabela 10: Resumo descritivo do PEAK, MAX, MIN, SPL e Leq no MIRE (dBA)	52
Tabela 11: Resumo descritivo do PEAK, MAX, MIN, SPL e Leq no ML(dBA)	52

Tabela 12: Resumo descritivo do nível de ruído (dBA) no MIRE e no ML, e da diferença entre ML e MIRE (ML - MIRE) por banda de frequência	54
Tabela 13: Resultados obtidos na comparação das médias da diferença do nível de ruído do ML e do MIRE (ML-MIRE) nas diferentes frequências, duas a duas, pelo método de Bonferroni	56
Tabela 14: Média e desvio padrão do ruído captado pelo MIRE e pelo ML, com relação ao L10, L50 e L90	57
Tabela 15: Classificação da proteção a partir da Dose_8h do MIRE	58
Tabela 16: Frequências e porcentagens de perda auditiva em cada categoria de frequência de uso do PA (Q5)	59
Tabela 17: Frequências e porcentagens de perda auditiva em cada categoria de hábito de tirar o PA para conversar (Q6)	60
Tabela 18: Frequências e porcentagens de perda auditiva em cada categoria de incômodo com o PA (Q7)	60
Tabela 19: Resumo descritivo do tempo de exposição (meses) em cada categoria de perda auditiva	60
Tabela 20: Resumo descritivo do tempo de exposição (meses) por categoria do grau de perda (25 orelhas)	61
Tabela 21: Atenuação média e desvio padrão da amostra e do CA do fabricante, por banda de frequência e para o NRRsf (Leq)	62
Tabela 22: Frequências e porcentagens de indivíduos com atenuação abaixo da esperada em cada frequência	63

LISTA DE QUADROS E FIGURAS

Quadro 1: Descrição das atividades, por função	32
Figura 1: Modelos de PA.....	15
Figura 2: SV 102 da <i>Svantek</i>	33
Figura 3: Posicionamento do MIRE, antes e depois da colocação do PA.....	35
Figura 4: Representação gráfica do ruído captado pelo ML e pelo MIRE, por banda de frequência	38
Figura 5: <i>Box-plots</i> da idade (anos) e do tempo de exposição (meses) ...	44
Figura 6: Médias dos limiares auditivos por via aérea das orelhas direita e esquerda (n=29).....	47
Figura 7: <i>Box-plots</i> do PEAK, MAX, MIN, SPL e Leq (dBA) nas condições MIRE e ML.....	53
Figura 8: Médias do nível de ruído (dBA) no MIRE e no ML por banda de frequência.....	55
Figura 9: Perfis individuais do nível de ruído (dBA) no MIRE e no ML por banda de frequência	55
Figura 10: Perfis individuais da atenuação e atenuação esperada em cada frequência	63

RESUMO

Gomes RF. *Avaliação da eficácia dos protetores auditivos, utilizando “Microphone in Real Ear” (MIRE)* [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2015.

Introdução: A Perda Auditiva Induzida por Níveis de Pressão Sonora Elevados (PAINPSE) é a doença auditiva mais encontrada no ambiente de trabalho. A exposição a níveis elevados de pressão sonora pode causar perdas auditivas irreversíveis e outros danos à saúde em geral, tornando-se imprescindível sua redução e controle. Para combater o ruído que ameaça a saúde e induz à perda de audição, tem-se utilizado desde a década de cinquenta os dispositivos de proteção auditiva (protetores auditivos). Com o objetivo de avaliar a eficácia dos protetores auditivos, alguns métodos estão sendo criados. Um deles, ainda em fase de estudo, é o método objetivo do microfone em ouvido real (do inglês *MIRE – Microphone In Real Ear*).

Objetivo: Avaliar a eficácia de um protetor auditivo do tipo concha em uma população exposta a ruído ocupacional, por meio do método objetivo MIRE e aplicação de questionário. **Método:** Participaram do estudo 30 indivíduos do sexo masculino expostos a ruído ocupacional. Os procedimentos realizados incluíram: aplicação de questionário, meatoscopia e método de avaliação individual objetivo MIRE. **Resultados:** Ao comparar as médias do nível de ruído no microfone lapela e no MIRE, foi observada diferença estatisticamente significativa para todas as frequências avaliadas. Verificou-se que 30% dos indivíduos estavam subprotegidos (Dose_{8h} acima de 100%), com diferença estatisticamente significativa entre os grupos, sendo que a maioria recebia proteção adequada. A atenuação verificada para a amostra deste estudo foi semelhante, em muitas frequências e para a atenuação média, aos valores fornecidos pelo fabricante do protetor auditivo, com diferença estatisticamente significativa apenas para as frequências de 4000Hz e 8000Hz (com maiores valores para o fabricante). **Conclusões:** o PA do tipo concha avaliado não se mostrou eficaz para a totalidade dos trabalhadores participantes do estudo, pois 30% da amostra apresentaram

subproteção. A atenuação fornecida pelo PA concha variou aproximadamente de 12 a 36 dB entre as bandas de frequência avaliadas, com média de 22,9 dB.

Descritores: perda auditiva; ruído; dispositivos de proteção das orelhas; ruído ocupacional; perda auditiva provocada por ruído/prevenção & controle; questionários; exposição ocupacional.

ABSTRACT

Gomes RF. *Assessment of the hearing protection effectiveness using the "Microphone in Real Ear" (MIRE)* [dissertation]. São Paulo: "Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo"; 2015.

Introduction: The Noise Induced Hearing Loss is the hearing disease most commonly found in the work environment. Exposure to high sound pressure levels can cause permanent hearing loss and other damages to health in general, making their reduction and control indispensable. Hearing protection devices have been used since the fifties to combat the noise that threatens the health and induces hearing loss. Some methods are being created in order to evaluate the effectiveness of hearing protection. One of them, still under study, is the Microphone In Real Ear (MIRE). **Objective:** Evaluate through the objective method MIRE and a questionnaire the effectiveness of an earmuff in a population exposed to occupational noise. **Methods:** The study enrolled 30 male subjects exposed to occupational noise. The procedures performed included: questionnaire, otoscopy and objective individual evaluation method MIRE. **Results:** When comparing the average noise level in the lapel microphone and MIRE, it has been observed statistically significant difference at all the frequencies. It was found that 30% of individuals were under protected (Dose_{8h} over 100%), with statistically significant difference between the groups, in which the majority has received adequate protection. The observed attenuation for the sample of this study was similar in many frequencies and the average attenuation to the values provided by the manufacturer of hearing protectors, with statistically significant difference only for the frequencies of 4000 Hz and 8000 Hz (with higher values for the manufacturer). **Conclusions:** The evaluated earmuff was not effective for all the workers participating in the study, since 30% of the sample had under protection. The attenuation provided by the earmuff ranged approximately from 12 to 36 dB between the measured frequency bands, with an average of 22.9 dB.

Descriptors: hearing loss; noise; ear protective devices; occupational noise; hearing noise-induced/prevention & control; questionnaires; occupational exposure.

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial da Saúde - OMS (*World Health Organization* - WHO, 2001), a Perda Auditiva Induzida por Nível de Pressão Sonora Elevado (PAINPSE), antigamente nomeada como Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR), é a doença auditiva mais encontrada no ambiente de trabalho (Dias et al., 2006; Martins et al., 2008). É caracterizada por queda gradual e irreversível da acuidade auditiva devida à exposição a níveis elevados de pressão sonora, lesando as células ciliadas do Órgão de Corti (Miranda e Dias, 1998; Araújo, 2002; Dias, et al., 2006; Pfeiffer et al., 2007; Martins et al., 2008; Santos e Junior, 2009).

São diversos os profissionais atingidos por esse tipo de perda auditiva, incluindo trabalhadores de indústrias, militares, dentistas e músicos (Martins et al., 2008).

Segundo Feldman e Grimes (1985), denomina-se ruído todo sinal acústico aperiódico, com origem na superposição de vários movimentos de vibração, com diferentes frequências, que não se relacionam.

Com o progresso industrial e o desenvolvimento das máquinas compactas de alta velocidade, elevaram-se os níveis de ruído e, portanto, os índices de lesões auditivas. Essas lesões são provocadas por ruídos de intensidade elevada, que também contribuem para distúrbios no sistema nervoso (fadiga e tensão permanentes), afetando a produtividade e

qualidade dos produtos, bem como causando desperdícios de tempo e material (Brandolt, 2001).

Entretanto, cabe lembrar que a PAINPSE é causada pela exposição prolongada e sistemática ao ruído (Ministério da Saúde, 2006; Guida et al., 2010b), sendo que a extensão e grau da perda auditiva estão diretamente relacionados com a intensidade da pressão sonora, duração no tempo, frequência e a suscetibilidade do indivíduo (Guida et al., 2011).

Segundo a *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA, 2000) é estimado que 15% da população exposta a ruído constante de 90dBA, oito horas por dia, durante cinco dias por semana e 50 semanas por ano, apresentarão lesão auditiva após dez anos, considerando que há mais de 140 milhões de pessoas expostas a níveis perigosos de ruído.

De acordo com o *National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH, 1998), existem mais de nove milhões de trabalhadores americanos com perda auditiva. Nos países em desenvolvimento, como o Brasil, a situação é geralmente pior, pois são comuns níveis muito intensos de ruído aos quais os trabalhadores são expostos, sem nenhum controle (Augusto Neto, 2007).

Além do fator subjetivo da sensação auditiva desagradável que o ruído pode causar, existe o fator concreto, que é a intensidade real do som, ou seja, ainda que algumas pessoas não se sintam perturbadas diante de sons muito intensos, certamente elas estão tendo seu órgão auditivo e seu organismo afetados, mesmo que não percebam imediatamente (Camargo, 1988).

Os sintomas auditivos geralmente apresentados por indivíduos expostos ao ruído são: perda auditiva, zumbido e dificuldades na compreensão da fala (Araújo, 2002; Gonçalves e Iguti, 2006). Mas também podem ocorrer sintomas extra-auditivos, como alterações do sono e transtornos da comunicação (Marques e Costa, 2006), neurológicos, vestibulares, digestivos, comportamentais, cardiovasculares e hormonais (Araújo, 2002; Gonçalves e Iguti, 2006; Leão e Dias, 2010).

Em virtude dos prejuízos causados à saúde pelo ruído, torna-se imprescindível sua redução e controle. Acredita-se que é mais eficaz a aplicação de medidas de controle em uma ordem hierárquica, começando pelas que eliminam a fonte de ruído (Ellenbecker, 1996; Verbeek et al., 2012; Silva, 2013).

Segundo Silva (2013), a intervenção sobre a fonte é considerada a mais viável, quando possível, para a redução do ruído. Soluções bastante utilizadas são o enclausuramento e semi-enclausuramento de máquinas e equipamentos que produzem ruído.

Na outra extremidade dessa hierarquia, têm-se as medidas que protegem apenas o trabalhador, individualmente (Ellenbecker, 1996; Verbeek et al., 2012). Para isso, têm sido utilizados desde a década de cinquenta, os dispositivos de proteção auditiva (protetores auditivos) (Augusto Neto, 2007).

Estes dispositivos, quando usados por trabalhadores, em empresas, nem sempre atingem a máxima atenuação prometida pelos fabricantes. Alguns fatores alteram os resultados esperados, sejam eles de origem física

ou ergonômica, ou ainda referentes à aceitação e à motivação do trabalhador para usá-lo, ao ajuste físico e à sua correta colocação, ao tempo de uso durante o período de exposição ao ruído, aos problemas de comunicação verbal gerados, além do desconforto causado pelo seu uso (Riffel e Gerges, 2001; Augusto Neto, 2007).

A legislação brasileira, por meio da Norma Regulamentadora nº 6 (NR-6) (Brasil, 1978), trata dos equipamentos de proteção individual (EPI) e prescreve a obrigatoriedade da empresa em fornecer aos trabalhadores o protetor auditivo (PA) para trabalhos realizados em locais nos quais o nível de ruído seja superior ao estabelecido pela Norma Regulamentadora nº15 (NR-15) (Brasil, 1978).

Com relação à atenuação oferecida por um PA, são diversos os métodos para estimar a proteção, sendo o *Noise Reducing Rating* ou Nível de Redução do Ruído (NRR) o mais utilizado. Por outro lado, esse método não leva em consideração a colocação do equipamento pelo trabalhador, o que pode afetar consideravelmente o nível de proteção, por conta de falhas na adaptação ao pavilhão auditivo (Neves e Soalheiro, 2010).

Contudo, existem outros métodos mais precisos para avaliar a eficácia dos PAs, porém menos usados, pois ainda estão em fase de estudo e não possuem regulamentação. Um deles é o método objetivo do microfone em ouvido real (do inglês *MIRE – Microphone In Real Ear*), que pode ser usado para avaliações dos dispositivos de proteção auditiva no próprio ambiente de trabalho (Riffel e Gerges, 2001).

Deve-se considerar também que a atenuação dada pelo dispositivo deve ser suficiente para proteger a audição do usuário, mas sem que haja uma superproteção, evitando assim, os efeitos negativos como o isolamento comunicativo e o aumento de perigo causado pela inabilidade em ouvir sons de alerta (Behar, 2007; Zheng et al, 2007). Na medida do possível, deve ser permitido ao usuário fazer a escolha do PA, desde que seja feita dentre os tipos adequados ao seu processo produtivo e riscos aos quais está exposto, o que contribuirá para o conforto e aceitação do PA pelo usuário (Gerges, 2000; Gerges, 2003).

1.1 Justificativa

Com o objetivo de prevenir os danos associados ao ruído, foram criados os Programas de Prevenção de Perda Auditiva (PPPA), como um conjunto de medidas a serem desenvolvidas com o intuito de evitar tanto a instalação como a evolução de perdas auditivas (Bramatti et al., 2008). Com base na legislação brasileira e de países desenvolvidos, um PPPA deve incluir, entre outros aspectos, o monitoramento do ruído, o treinamento e a educação dos trabalhadores, o uso de proteção auditiva e o monitoramento audiométrico (Daniell et al., 2006; Brasil, 2006; Robertson et al., 2007).

Segundo Ellenbecker (1996) e Verbeek et al. (2012), mesmo com a implementação dos PPPA, as taxas de PAINPSE nos ambientes de trabalho continuam elevadas.

Isso pode estar ocorrendo provavelmente porque a eficácia dos PAs não é avaliada dentro dos PPPA, o que contribui para o desconhecimento da

eficácia das ações desenvolvidas nos programas e, conseqüentemente, para o não aprimoramento de estratégias que contribuam para a evolução dos mesmos, no sentido de minimizar as alterações auditivas decorrentes do trabalho.

Portanto, conforme demonstrado pela literatura, o presente estudo se faz importante na prevenção da PAINPSE e sua evolução, e na promoção da saúde auditiva dos trabalhadores expostos ao ruído ocupacional, que são cada vez mais submetidos a sons de forte intensidade, sem adequada proteção.

OBJETIVOS

2.OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a eficácia de um PA do tipo concha em uma população exposta a ruído ocupacional, por meio do método objetivo *Microphone In Real Ear* (MIRE) e aplicação de questionário.

2.2 Objetivos Específicos

- a) Caracterizar os trabalhadores expostos ao ruído com relação ao perfil ocupacional e audiológico;
- b) Caracterizar o ruído presente no ambiente de trabalho;
- c) Comparar os níveis de ruído mensurados pelo microfone lapela (ML) e pelo MIRE, verificando a atenuação fornecida pelo uso do PA durante as atividades laborais;
- d) Verificar a ocorrência de subproteção ou proteção adequada, durante o uso do PA;
- e) Correlacionar algumas variáveis obtidas pelo questionário, com a presença de perda auditiva;
- f) Comparar a atenuação fornecida pelo PA para os trabalhadores do presente estudo com os valores apresentados no Certificado de Aprovação (CA) do fabricante.

REVISÃO DA LITERATURA

3. REVISÃO DA LITERATURA

Com o objetivo de facilitar a leitura e a compreensão, o capítulo foi escrito em seções, priorizando-se o encadeamento de ideias e, quando possível, a ordem cronológica. Desta forma, foi dividido nos seguintes subitens:

3.1 Protetores Auditivos

3.1.1 Tipos de Protetores Auditivos

3.1.2 Dificuldades na Utilização dos Protetores Auditivos

3.2 Avaliação da Eficácia dos Protetores Auditivos

3.2.1 Métodos de Verificação da Atenuação

3.2.2 Nível de Redução de Ruído - NRR

3.2.3 Nível de Redução de Ruído “*subject fit*” – NRRsf

3.2.4 Método Objetivo - MIRE

3.3 Dosimetria

3.4 Aplicabilidade de Métodos de Verificação da Atenuação

3.1 Protetores Auditivos

Devido ao aumento da prevalência da surdez ocupacional, o ruído começou a ser considerado como uma das fontes de maior prejuízo à saúde do homem. Preocupado com o problema, o Ministério do Trabalho (1978) estabeleceu limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente (NR-15), regulamentando que os tempos de exposição aos níveis de ruído não devem exceder os limites de tolerância fixados, sendo que a cada 5 dB(A)

acrescidos, diminui-se pela metade o tempo máximo de exposição. Por exemplo, para um ruído de 85dB(A), é aconselhada uma exposição inferior ou igual a 8 horas; para um ruído de 90dB(A), o tempo máximo de exposição cai para 4 horas e assim por diante, até que se chega a 7 minutos de exposição para um ruído de 115dB(A).

As ações que visam à preservação da audição dos trabalhadores expostos a ruído são, em sua maioria, baseadas na realização de audiometrias e no fornecimento de PA. Porém, é importante que algumas variáveis do PA sejam consideradas: tamanho, colocação, atenuação real, higiene e armazenamento (Rodrigues et al., 2006).

Além disso, o funcionamento do PA depende não apenas das suas características intrínsecas, mas também das características fisiológicas e anatômicas do usuário (Gerges, 2000), da aceitação (conforto) e motivação do trabalhador para usá-lo, da correta colocação e do tempo de uso (Park e Casali, 1991a; Riffel e Gerges, 2001; Augusto Neto, 2007) e do ambiente de trabalho (nível de ruído, atividade e condições ambientais) (Byrne et al., 2011).

3.1.1 Tipos de Protetores Auditivos

Os PAs costumam ser divididos em duas categorias: 1) PAs com atenuação constante e independente do nível de pressão sonora (convencionais); 2) PAs com atenuação que depende do nível de pressão sonora. A segunda categoria, por sua vez, divide-se em outras duas

classificações: sistemas passivos (que são os mais comuns e não possuem nenhum mecanismo especial para a redução do ruído; por exemplo, os plugs de atenuação não-linear, que possuem filtros) e sistemas ativos (para os quais a atenuação oferecida é proporcional ao nível de ruído existente no ambiente, como os sistemas de comunicadores eletrônicos) (Neves e Soalheiro, 2010; Zimpfer e Sarafian, 2014).

O mercado disponibiliza variados modelos de PAs, possibilitando uma seleção baseada em amplas opções (Gerges, 2000; Gerges, 2003). A Figura 1 ilustra alguns dos modelos mais encontrados.

Dentre os PAs convencionais, que são os mais utilizados nas indústrias (Augusto Neto, 2007), têm-se:

- a) Protetores de Inserção - também chamados de “*plugs*”, intra-auriculares ou tampões. São os PAs inseridos no meato acústico externo (MAE), fabricados com material elástico e não-tóxico (Vieira, 2003; Augusto Neto, 2007). São divididos em:
 - a.a) Protetor de Inserção Auto-Moldável - é assim chamado por ser feito de material que consegue tomar a forma do MAE (algodão parafinado, espuma plástica e tipos especiais de fibra de vidro), sem necessitar de pré-molde, bastando que o usuário siga

corretamente as instruções de roletar o PA antes de inseri-lo. O mais comum é o de espuma expandida, que se demonstra eficaz e confortável para a maioria dos indivíduos (Gerges, 2000; Riffel e Gerges, 2001; Gerges, 2003).

a.b) Protetor de Inserção Pré-Moldado - diferente do auto-moldável, esse PA não exige o roletamento, pois ele já é fabricado com materiais elásticos que se adaptam rapidamente ao conduto de cada usuário (borracha, silicone, termoplástico, entre outros). É importante que o material utilizado na fabricação garanta que a forma do PA se mantenha a mesma durante todo o período de uso (Gerges, 2000; Riffel e Gerges, 2001; Gerges, 2003). Aconselha-se que seja produzido em vários tamanhos (em virtude das diferentes características dos condutos auditivos) e com superfície lisa, o que facilita a limpeza do dispositivo com água e sabão neutro (Vieira, 2003; Augusto Neto, 2007).

b) Protetor Tipo Concha - também conhecido como abafador. Este PA é de material rígido, revestido com espuma, projetado para cobrir totalmente os pavilhões auditivos. A vantagem dele é a facilidade de colocação e retirada, bem como no processo de higienização (Gerges, 2000; Riffel e Gerges, 2001; Gerges, 2003; Augusto Neto, 2007; Bistafa, 2011).

Figura 1: Modelos de PA

Fonte: Adaptado de Gerges, 2003

3.1.2 Dificuldades na Utilização dos Protetores

Os maiores problemas quanto à utilização dos PAs estão relacionados a: higiene, desconforto, efeitos na comunicação verbal, efeito na localização direcional, sinais de alarme, segurança e custos (Gerges, 2000; Gerges, 2003; Bistafa, 2011).

Estudos recentes esclarecem que o possível desconforto causado pelo PA é um dos impedimentos para o uso consistente do dispositivo (Daniell et al., 2006; Tsukada e Sakakibara, 2008; Byrne et al., 2011; Williams e Rabinowitz, 2012; Groenewold et al., 2014). A importância de o PA ser utilizado durante o tempo total de exposição ao ruído evidencia que o

conforto tem influência direta na eficácia do PPPA, pois se o PA não estiver confortável, o trabalhador facilmente não o utilizará, ou fará ajustes/modificações no PA, que irá perder suas características acústicas e ter sua atenuação comprometida; ou ainda, o indivíduo irá retirar o PA em alguns momentos durante a jornada de trabalho, o que pode ser ainda mais prejudicial. Sabe-se que essa retirada do PA em local ruidoso, mesmo que por pouco tempo, resulta em redução da atenuação originalmente fornecida (por exemplo: para uma jornada de trabalho de 8 horas e PA com atenuação de 25dB, a retirada por 15 minutos durante a jornada causaria uma correção na atenuação do mesmo PA, que passaria a ser de 20dB, ou seja, uma redução de 20% de proteção devida a uma retirada de 3% do tempo) (Park e Casali, 1991a).

É muito comum que as empresas selecionem os PAs baseadas no custo, e não no conforto ou qualidade, o que pode gerar recusa por parte dos funcionários em utilizá-los (Samelli e Fiorini, 2011). Sempre que possível, deve ser permitido ao usuário fazer a escolha do PA, desde que adequado para sua função e nível de exposição, o que contribuirá para o conforto e aceitação pelo usuário (Gerges, 2000; Gerges, 2003).

Por exemplo, o PA de inserção pré-moldado pode originar queixas de desconforto, pois algumas pessoas possuem um MAE irregular, dificultando a fixação adequada (Park e Casali, 1991a; Toivonen et al., 2002). Já para os do tipo concha, apesar de dificilmente causarem incômodo, há casos em que a pressão exercida sobre os dois lados da cabeça não está bem distribuída, tornando-os desconfortáveis (Park e Casali, 1991a).

Na maioria das vezes, os PAs de inserção são os que trazem maiores problemas de higiene, já que é necessário colocar as mãos diretamente sobre eles para inseri-los adequadamente no MAE. Por outro lado, existem alguns ambientes de trabalho mais quentes e úmidos, em que o tipo concha não é aconselhável por causar transpiração excessiva (Gerges, 2003; Bistafa, 2011).

Além do conforto, é de extrema importância que o PA selecionado, seja qual for o tipo, atenuar apenas o necessário, evitando-se consequências da superproteção, como interferências na comunicação, na localização e, principalmente, na percepção dos sinais de alarme. Uma alternativa para ambientes com ruído extremo é o alarme acompanhado de sinais luminosos. Assim, os trabalhadores estarão seguros em casos de emergência, mesmo utilizando os PAs com atenuação adequada ao nível de ruído ambiental (Casali e Robinson, 2004; Behar, 2007; Zheng et al, 2007; Alali e Casali, 2012).

Trabalhadores de indústrias frequentemente não são bem orientados quanto à importância da conservação auditiva, nem quanto à forma correta de colocação e uso dos PAs. Além disso, estão geralmente submetidos a esforço físico, muita movimentação e transpiração, fazendo com que ajustem ou até retirem seus PAs, buscando conforto e prejudicando a atenuação dos mesmos, causando a subproteção (Park e Casali, 1991a; Park e Casali, 1991b).

Além da atenuação, o uso correto dos PAs é fator decisivo para o sucesso de um PPPA e, para que esta utilização adequada ocorra, é

indispensável a realização do treinamento (Neitzel et al., 2008; Samelli e Moreira, 2014). A importância do treinamento vem sendo comprovada por meio de diversos estudos (Bockstael et al., 2008; Gonçalves et al., 2009; Hager, 2011; Shulz, 2011; Samelli e Moreira, 2014) e cabe lembrar que os itens que devem ser avaliados dentro do PPPA incluem a determinação da frequência, metodologia e temas de tais treinamentos (NIOSH, 1996), bem como o desenvolvimento de estratégias educacionais e a divulgação dos resultados de cada etapa do programa (Fiorini e Nascimento, 2001).

Devem ser treinados todos os trabalhadores, inclusive de cargos de gerência, bem como profissionais de segurança e saúde, destacando o papel e a responsabilidade de cada um deles no programa, assim como as razões e requerimentos do mesmo (Bramatti et al., 2008; Samelli e Moreira, 2014).

O treinamento e educação dos trabalhadores devem incluir, dentre outros aspectos (Rocha et al, 2011):

- Prejuízos auditivos e extra-auditivos causados pelo ruído e formas de proteção;
- Instruções para colocação correta do EPI, específicas para o PA auditivo utilizado pelo usuário;
- Informações sobre a correta higienização do PA, bem como sobre a manutenção deste dispositivo (por exemplo, troca de peças como haste e espuma interna do PA tipo concha);
- Durabilidade de cada tipo de PA e política de substituição da empresa;
- Porcentagem de tempo de uso do PA durante a jornada de trabalho.

3.2 Avaliação da Eficácia dos Protetores Auditivos

É importante que se saiba qual é a atenuação dada por um determinado PA, como forma de garantir que o usuário está protegido em um certo ambiente de exposição ao ruído (Augusto Neto, 2007).

Alguns estudos indicam que a atenuação do ruído obtida em campo é significativamente menor do que a encontrada em laboratório (Berger, 1981; Berger, 1988; Berger et al., 1996; Toivonen et al., 2002).

Existem diferentes métodos para avaliar a atenuação do ruído pelos PAs, alguns normatizados e outros em estudo. A primeira norma a tratar dos procedimentos de ensaio de atenuação de ruído em laboratórios é a ANSI Z24.22/1957. Depois de revisada, esta norma foi publicada como ANSI S3.19/1974 (e ASA STD 1/1975), que também foi revisada originando a publicação da ANSI S12.6-1984 e da ANSI S12.6-1997 (Gerges, 2000; Brandolt, 2001; Gerges, 2003; Augusto Neto, 2007). A seguir, serão apresentadas informações referentes a estas normas.

3.2.1 Métodos de Verificação da Atenuação do Ruído

3.2.1.1 Método Objetivo – Cabeça Artificial

Neste método (ANSI S3.19/74), um microfone é instalado no furo de uma cabeça artificial de ferro e são realizadas duas medições: com e sem o PA. A diferença obtida corresponde à atenuação fornecida pelo dispositivo. Este método é geralmente usado para controle de qualidade e desenvolvimento de produto (Gerges, 2000).

3.2.1.2 Método Subjetivo – REAT

Também normatizado (ANSI S12.6/97), o método subjetivo do limiar de atenuação em ouvido real (do inglês *REAT – Real-Ear Attenuation at Threshold*) utiliza pessoas posicionadas dentro de uma câmara acústica, que respondem ao ouvir um ruído gerado pelo equipamento, iniciado pelo examinador. A medição da atenuação é realizada por meio da determinação do limiar auditivo, por banda de frequência, do indivíduo com e sem o PA. A diferença entre as duas medidas é a perda por inserção (atenuação) do PA (Berger, 2005; Berger, 2007; Berger et al, 2008).

Este é o procedimento utilizado no Laboratório de Ruído Industrial (LARI), da Universidade Federal de Santa Catarina – Brasil (UFSC), credenciado pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) para ensaios de PAs e emissão de laudos que são documentos obrigatórios usados pelos fabricantes e importadores de PAs para obtenção do Certificado de Aprovação (CA), necessário para a venda deste produto no mercado (Gerges, 2000; Gerges, 2003).

3.2.2 Nível de Redução de Ruído – NRR

O NRR é baseado nas recomendações da NIOSH (1975) e calculado para dados de ensaio da norma ANSI S3.19/1974 e S12.6/1984. Isso significa que o método de ensaio utilizado é o REAT, em que a colocação dos PAs é supervisionada pelo experimentador, pretendendo descrever os limites superiores do desempenho dos PAs. Entretanto, os dados obtidos por

esta forma de experimentação fornecem uma percepção inadequada do desempenho dos PAs, pois o executor do teste pode influenciar os resultados, pela forma como supervisiona, orienta e ajusta os PAs nos indivíduos que participam dos ensaios (Casali e Park, 1991; Gerges, 2000; Brandolt, 2001; Gerges, 2003; Berger, 2007; Augusto Neto 2007).

Para tentar aproximar os valores de NRR obtidos nos laboratórios dos encontrados no mundo real, NIOSH (1998) recomendou alguns fatores de correção para serem aplicados aos níveis fornecidos pelo fabricante:

- PA tipo concha: multiplicar o NRR por 0,75 (75%);
- PA tipo plug (inserção) auto-moldável: multiplicar o NRR por 0,50 (50%);
- PA tipo plug (inserção) pré-moldado: multiplicar o NRR por 0,30 (30%).

3.2.3 Nível de Redução de Ruído “*subject fit*” - NRRsf

Com o objetivo de sanar os problemas encontrados no cálculo do NRR, um grupo de especialistas da América do Norte criou uma nova norma para que o valor encontrado nos laboratórios fosse o mais próximo possível do obtido no mundo real. Assim, surgiu o método B da ANSI S12.6-1997, que originou o NRRsf (Costa et al., 2009).

No método B, os indivíduos que participam dos ensaios não recebem nenhum tipo de auxílio na colocação do PA ou informação prévia; eles devem seguir apenas as instruções do fabricante, descritas na embalagem dos PAs. O examinador não pode modificar a colocação do PA, nem

conversar com os participantes. Assim, os valores encontrados são mais parecidos aos obtidos em campo (Gerges, 2000; Brandolt, 2001; Costa et al., 2009).

Mesmo após os ajustes de NRR e NRRsf, ainda são encontrados alguns erros, que podem comprometer a eficácia dos PAs para a prevenção de perdas auditivas. Um deles é a confiança em relação aos valores de NRR, que são definidos a partir de situações de colocação otimizada dos PAs em ambientes laboratoriais controlados, os quais têm pouca semelhança com as condições em que os trabalhadores utilizam no dia-a-dia. Outro problema é que a média dos valores para um grupo de indivíduos é usada para prever o desempenho do usuário em ambiente profissional. Para solucionar estes inconvenientes, o melhor seria a avaliação individual a partir da colocação dos PAs pelo próprio usuário. Dentre os métodos que estão sendo estudados, tem-se o método objetivo – MIRE, que permitiria esta avaliação (Berger, 2007).

3.2.4 Método Objetivo – MIRE

O método objetivo do microfone em ouvido real (do inglês *MIRE* – *Microphone In Real Ear*) pode ser aplicado em ambiente real de trabalho (F-MIRE, do inglês *Field-MIRE*, que significa “MIRE em campo”). Um pequeno microfone é inserido no MAE do trabalhador, por baixo do PA tipo concha; o ruído captado por este microfone é comparado ao captado por um segundo microfone colocado externamente. Assim, é possível determinar o ruído médio em ambos os microfones, por meio de dosímetros de ruído e a

diferença entre as medidas nos dois microfones corresponde à atenuação fornecida pelo PA (Riffel e Gerges, 2001; Berger, 2005; Vergara et al, 2006; Berger, 2007; Berger et al, 2008).

No estudo realizado por Berger et al. (2007), os autores concluíram que, em média, as predições dadas pelo método F-MIRE foram indicadores fidedignos dos valores obtidos pelo método REAT, que é o método-referência (padrão-ouro), e por isso, é uma tecnologia que pode ser utilizada para fornecer valores reais de atenuação de um determinado PA para um usuário específico.

3.3 Dosimetria

A avaliação da exposição ao ruído pode ser realizada utilizando-se medidores integrados de uso pessoal (dosímetros) fixados no trabalhador, que realizam a dosimetria, fornecendo dados importantes como a dose de exposição ao ruído e outras grandezas, o que permite uma visão mais real sobre as condições do ambiente ocupacional, pois considera a verdadeira exposição ao ruído a que um determinado funcionário está submetido durante sua jornada de trabalho (Fundacentro, 2001; Bolegnesi, 2008; Bistafa, 2011). Quando unimos essas medidas de monitoramento à verificação da atenuação do PA, é possível controlarmos a eficácia do PPPA, bem como aprimora-lo, caso haja necessidade (Bistafa, 2011).

Segundo descrito na Norma de Higiene Ocupacional (NHO) da Fundacentro (2001), tal avaliação do ruído deve ser feita de modo que caracterize a exposição de todos os trabalhadores expostos. Quando um

grupo de trabalhadores apresenta as mesmas características de exposição (**grupo homogêneo**), não se faz necessária a avaliação de todos os indivíduos do grupo, podendo ser realizada em apenas um ou mais, obtendo-se uma medição representativa das condições reais destes indivíduos.

Para que as medições representem a exposição de toda a jornada de trabalho, é importante que o período de amostragem seja escolhido adequadamente, considerando as atividades habituais. Quando o trabalhador executar duas ou mais rotinas independentes de trabalho, deve ser realizada a avaliação da exposição de cada uma delas, separadamente, compondo os dados obtidos para determinar a exposição ocupacional diária (Fundacentro, 2001).

Por fim, no que se refere à análise da dosimetria, podem ser consideradas diversas medidas, descritas a seguir (Brasil, 1978; Fundacentro, 2001; Bistafa, 2011; Silva, 2013):

- **Limites de Tolerância (Threshold Limit Values – TLV)**: referem-se aos níveis máximos de exposição ao ruído para um ouvido desprotegido. Segundo a NR-15 (Portaria 3.214/78), esse limite é 85dBA para 8 horas de exposição.

- **Critério de Referência (Criterion Level)**: é o nível de ruído que será usado como critério base para estabelecer uma Dose de 100% para 8 horas de exposição (Dose_8h). A Dose pode ser compreendida como o limite de nível sonoro equivalente ao qual um trabalhador pode ficar exposto em uma jornada de 8 horas diárias ou 40 horas semanais. O critério de referência é

definido por normas, sendo que na Portaria 3214/78, NR-15, o critério é 85dBA. Portanto, uma Dose de 100% corresponde ao nível critério de 85dBA para 8 horas de exposição, buscando prevenir perdas auditivas ocupacionais.

- **Taxa de Duplicação de Dose (Exchange Rate):** é o fator duplicativo de dose de ruído. Representa a variação do nível em dBA, conjugada ao tempo de exposição, para que o risco de perda auditiva permaneça constante. Por exemplo, no Brasil, é adotado o fator de duplicação de 5dBA (NR-15); se considerarmos que o nível critério é 85dBA (Dose_8h 100%), para uma exposição de 90dBA a Dose_8h será 200% e o tempo máximo de exposição será de 4 horas. Isto significa que quando há o aumento de 5 dBA, duplica-se a Dose e, portanto, o tempo de exposição deve ser dividido pela metade.

- **Curva de Compensação (Weighting):** as curvas de compensação (ou circuitos eletrônicos de sensibilidade variável com a frequência) são classificadas em A, B, C e D, com o objetivo de modelar o comportamento do ouvido humano. A curva A é usada para baixos níveis de pressão sonora (NPS) e é mais empregada no campo de avaliação de ruído ocupacional e ambiental, pois é a que mais se aproxima da resposta da orelha humana e se correlaciona com o risco de dano à audição; a curva B está em desuso por não oferecer boa correlação em testes subjetivos, mas costumava ser utilizada para médios NPS; e a curva C é utilizada para medir altos NPS (ruídos de impacto). A curva D, pouco utilizada, foi padronizada para medições de ruído em aeroportos, ou seja, ruídos de níveis sonoros muito intensos.

- **Constantes de Tempo ou Resposta (Time Constant):** têm-se duas opções – Fast (para ruído de impacto/ leitura rápida), normalmente usada em conjunto com a curva de compensação C; e Slow (para ruído contínuo/ leitura lenta), usada em conjunto com a curva de compensação A.
- **Nível Teto (Upper Limit):** é o valor máximo a se considerar, do qual não pode haver exposição sem proteção, em tempo algum, a fim de proteger a audição do indivíduo exposto. Na NR-15, esse valor é 115dBA.
- **SPL (Nível de Pressão Sonora – NPS):** uma grandeza que fornece apenas um nível de dB ou dB(A) sem informações sobre a distribuição deste nível nas frequências. Constitui-se, portanto, uma medida global simples, que pode ser efetuada com um medidor de nível sonoro sem filtro de bandas de oitavas.
- **PEAK:** é o ruído instantâneo mais elevado que ocorre durante o período avaliado.
- **MAX:** é o nível mais elevado de ruído contínuo que ocorre durante o período avaliado.
- **MIN:** é o nível mais baixo de ruído que ocorre durante o período avaliado.
- **Leq (Nível Sonoro Equivalente):** é o nível sonoro médio obtido durante o período de registro.
- **LN:** são níveis estatísticos. São obtidos por meio do cálculo da porcentagem do tempo que um determinado nível sonoro foi excedido durante o período de medição. Os mais usuais são os L90, L50 e L10, que podem ser definidos da seguinte forma:
 - L90: nível sonoro que foi excedido em 90% do tempo de medição;

- L50: nível sonoro que foi excedido em 50% do tempo de medição;
- L10: nível sonoro que foi excedido em 10% do tempo de medição.

3.4. Aplicabilidade de Métodos de Verificação da Atenuação

Os estudos realizados nessa área, principalmente os que envolvem o método MIRE, normalmente são voltados para o desenvolvimento de equipamentos ou PAs e fatores de correção para os mesmos (Neitzel et al., 2006; Voix e Laville, 2009; Berger et al., 2011). Além disso, muitos deles comparam os achados do MIRE e do REAT.

Alguns autores têm, também, utilizado o Fit CheckTM, sistema para teste REAT, em seus estudos, mas com objetivos diferentes entre si (Neitzel e Seixas, 2005; Neitzel et al., 2006; Michael e Bloyer, 2007; Joseph et al., 2007).

Algumas pesquisas foram descritas a seguir, com o objetivo de melhor compreender-se a aplicação dos mais usados Métodos de Verificação da Atenuação.

Estudos recentes vêm investigando a diferença entre a atenuação real e aquela obtida em laboratório, como Nélisse et al. (2012), que avaliaram o desempenho de PAs, utilizando o método MIRE. Para a maioria dos trabalhadores testados, a atenuação do PA foi flutuante ao longo do turno de trabalho avaliado. Os autores atribuíram essa flutuação da atenuação à variações no ruído de baixa frequência, particularmente para os PAs tipo concha, bem como à inadequada colocação dos PAs de inserção. Também

foi observado que o desempenho dos PAs avaliados no estudo foi, na maioria dos casos, pior do que o obtido em laboratório.

O mesmo aconteceu com Neitzel e Seixas (2005), que utilizaram o equipamento para comparar a atenuação do PA divulgada pelo fabricante e a obtida no estudo com operários da construção civil. Os autores verificaram grandes desvios-padrão na média da taxa de atenuação individual, bem como observaram que o plug que tinha a atenuação mais alta (no laboratório) não obteve a maior taxa de atenuação individual no estudo.

Quanto aos estudos que comparam dados do MIRE e do REAT, pode-se citar o de Berger et al. (2011), cujos objetivos foram avaliar a confiabilidade da inserção dos PAs pelos indivíduos; e avaliar as variabilidades das medições, inerentes aos dados do REAT e do MIRE. Como resultados, encontraram que a maior parte do erro encontrado é devida à variabilidade na colocação dos PAs por parte dos usuários e não à variabilidade das medições que, a propósito, se mostrou 33,3% menor nas medições do MIRE em relação às do REAT, ou seja, as medidas do REAT apresentaram maior variação que as do MIRE.

Da mesma forma, Neitzel et al. (2006) também encontraram menor variação nos dados do MIRE em relação aos do REAT, quando compararam as medidas de atenuação obtidas pelo Fit CheckTM (método REAT), com as do Flash Test (método MIRE). Além disso, a atenuação mensurada pelo MIRE foi menor do que a do REAT, para os dois PAs avaliados.

Voix e Laville (2009) utilizaram um PA de inserção auto-moldável personalizado, que havia sido recentemente projetado. O objetivo dos

pesquisadores era conhecer a necessidade de melhorar o desempenho deste PA no ambiente de trabalho, utilizando o método objetivo MIRE e correlacionando os resultados com o método REAT e o NRR. Os autores concluíram que o método MIRE, utilizado em campo, oferece medições mais rápidas e precisas do desempenho individual do PA. Além disso, sugeriram que a utilização do MIRE por parte dos fabricantes de PAs poderia contribuir para uma classificação da atenuação mais próxima da real.

Ambos os métodos (REAT e MIRE) também podem ser usados para avaliar a eficácia de treinamentos para colocação dos PAs. Michael e Bloyer (2007) usaram o Fit CheckTM para avaliar trabalhadores em seu próprio ambiente de trabalho. Foram encontrados níveis muito baixos de atenuação. Os pesquisadores, então, ofereceram um rápido treinamento individual a estes sujeitos e, em alguns casos, recomendaram a troca do PA. Nem todos os trabalhadores apresentaram melhora nos resultados, mas a média da atenuação individual do estudo aumentou 14 dB(A) depois do treinamento.

Joseph et al. (2007) também utilizaram o Fit CheckTM para avaliar a eficácia de métodos de treinamento e concluíram que tanto o treinamento em grupo como o individual melhoram os resultados de atenuação do PA, mas o segundo oferece resultados mais significativos.

MÉTODOS

4. MÉTODOS

4.1. Casuística

O estudo teve início após a aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, sob o número 437/13, em 13 de Novembro de 2013 (Anexo A). Em setembro de 2014, foi aprovada a mudança de título pelo Comitê de Ética (Anexo D). Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (Anexo B).

Participaram deste estudo, 30 trabalhadores do sexo masculino, com idade média de 33,4 anos (mínimo 19 anos e máximo 50 anos), de uma indústria do interior de São Paulo, expostos a ruído durante sua jornada de trabalho.

A referida indústria fabrica blocos de concreto para construção, realizando também o serviço de entrega. Portanto, possui funcionários na área administrativa (escritório), na fábrica e na transportadora. Entre os três setores, 56 funcionários encontravam-se expostos a ruído, sendo seis da transportadora (e que, portanto, não utilizavam PA). Dos 50 restantes, oito utilizavam PA de inserção e 42 utilizavam PA do tipo concha.

Dos funcionários que utilizavam PA do tipo concha, 30 trabalhadores concordaram em participar do presente estudo.

No Quadro 1, pode ser visualizada a descrição das atividades, por função, dos sujeitos que fizeram parte da amostra.

Quadro 1: Descrição das atividades, por função

Ajudante Geral	Multitarefa: ajuda na limpeza do galpão, na organização dos blocos nos <i>palets</i> e no carregamento do caminhão da transportadora.
Auxiliar Técnico	Auxilia nos reparos das máquinas.
Mecânico	Conserta as máquinas, os caminhões, faz pequenos serviços em funilaria.
Chapeiro	Limpa as chapas sujas de concreto e as reposiciona na máquina.
Operador de Máquina	Opera a máquina que fabrica os blocos.
Operador de Empilhadeira	Opera a máquina que empilha os blocos.
Operador de Carreteira	Opera a máquina que transporta os blocos empilhados até os <i>palets</i> .
Encarregado de Produção	Multitarefa: organiza a produção, assume as tarefas de funcionários ausentes.
Gerente (manutenção, produção ou técnico)	Os gerentes supervisionam os setores de sua responsabilidade e, quando necessário, intervêm nas atividades.

4.2. Critérios de Seleção

Os critérios de inclusão para os participantes foram:

- Ser do sexo masculino;
- Ter exposição a ruído ocupacional durante a jornada de trabalho;
- Fazer uso de PA do tipo concha.

4.3. Materiais

- Otoscópio modelo Mini 3000, da marca *Heine*;
- Dosímetro de ruído duplo canal com bandas de oitava – SV 102, da marca *Svantek* (Figura 2);
- Questionário (Anexo C).

Figura 2: SV 102 da *Svantek*

4.4. Procedimentos

Após o contato com a empresa e a concordância para realização da pesquisa, foram iniciadas as coletas de dados na própria indústria. As audiometrias tonais foram cedidas pela empresa, não sendo realizadas pela pesquisadora. Os demais procedimentos estão descritos a seguir, na ordem em que ocorreram:

4.4.1. Questionário

Este questionário foi elaborado especificamente para esta pesquisa, tendo-se como base a anamnese audiológica ocupacional do Curso de Fonoaudiologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo e

um guia prático da NIOSH (1996). Foram coletados dados sobre o histórico otológico e ocupacional (atividades desempenhadas, uso do PA, efeitos extra-auditivos do ruído, queixa auditiva referida, entre outros) (Anexo C).

As questões analisadas foram as referentes ao uso do PA e à exposição ao ruído. As demais questões foram utilizadas como forma de conhecer melhor o histórico do indivíduo e seu dia-a-dia.

4.4.2. Meatoscopia

Foi realizada previamente à dosimetria, permitindo a inspeção do MAE e da membrana timpânica, determinando se existiam problemas que pudessem interferir na coleta dos dados (como excesso de cerúmen, presença de corpos estranhos, etc).

4.4.3. Obtenção das medidas com o dosímetro

Foram realizadas medições utilizando o Dosímetro de Ruído, Duplo Canal, com Bandas de Oitava (SV 102, da *Svantek*), em conformidade com as normas IEC 61252, IEC 61672 e ANSI S1.25-1991. Este equipamento possui dois canais, possibilitando conectar dois microfones: um microfone sonda – *Microphone in Real Ear* (MIRE) e um Microfone Lapela (ML).

O equipamento estava configurado para realizar as dosimetrias no Perfil 1, que segue as orientações da NR-15 (curva de compensação “A”, com resposta *slow* - leitura lenta, taxa de dobra do risco de 5dB, e critério de 85dBA para 8 horas).

Antes de iniciar as coletas, os microfones foram calibrados por meio do calibrador (modelo CR:514, da marca Cirrus Research plc.) que acompanha o equipamento.

O avaliador inseriu um dos microfones (MIRE) no MAE do trabalhador. Em seguida, o próprio trabalhador colocou o PA do tipo concha como está habituado e continuou realizando suas atividades normalmente. Um exemplo de como fica o posicionamento do MIRE, com e sem o PA, pode ser visualizado na Figura 3.

Figura 3: Posicionamento do MIRE, antes e depois da colocação do PA

Em alguns casos, a colocação do PA fez com que o MIRE se movimentasse e encostasse no MAE, impedindo que o som fosse captado adequadamente. Esta inadequação pôde ser verificada pela leitura do próprio dosímetro, que apresentava valores incompatíveis (a leitura instantânea do MIRE era interrompida ou mostrava valores extremamente baixos). Nessas situações, o microfone e o PA foram reposicionados, para que a avaliação não fosse prejudicada.

Considerando o conceito de **grupo homogêneo de exposição** (NHO 01, Fundacentro, 2001), uma vez que o presente estudo avaliou a maior parte dos funcionários usuários de concha (mais de 70%), podemos considerar que a nossa amostra é representativa no que se refere a este aspecto.

Além disso, a referida NHO indica que o conjunto de medições de ruído realizadas deve ser representativo das condições reais e habituais de exposição ocupacional do grupo de trabalhadores estudados. Desta forma, o período de amostragem deve ser adequadamente escolhido (dentro de atividades habituais) e, se não for possível cobrir toda a jornada de trabalho, a dose determinada para o período medido deve ser projetada para a jornada diária efetiva de trabalho.

Sendo assim, após a análise da jornada de trabalho dentro de cada função, foram determinados os períodos das atividades habituais. Como não era possível fazer a medição com o dosímetro durante toda a jornada, dentro deste período de atividade habitual, foi selecionado um intervalo de 15 minutos ininterruptos para a execução da medição com cada funcionário.

Durante os 15 minutos, o equipamento mediu, ao mesmo tempo, o ruído ambiental captado pelo microfone que estava preso à roupa do sujeito (ML), e o ruído que estava passando pelo PA, captado pelo microfone localizado dentro do MAE (MIRE). A medição foi obtida enquanto os sujeitos realizavam suas atividades com produção de ruído.

O PA utilizado pelos trabalhadores era de uma marca famosa do mercado, composto por duas conchas em plástico, revestidas com

almofadas de espuma em suas laterais e no interior das conchas. Foi testado de acordo com a norma ANSI S12.6/1997 – Método B (Método do Ouvido Real – Colocação pelo Ouvinte), pelo Laboratório de Ruído Industrial (LARI) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), tendo sido obtido o Nível de Redução do Ruído - *subject fit* (NRRsf) de 21 dB, de acordo com o apresentado no Certificado de Aprovação (CA).

Todas as informações desta etapa foram registradas pelo equipamento e depois analisadas no computador, pelo programa SVANPC++, compatível com o equipamento.

Para análise, foram considerados os valores de PEAK, MAX, MIN, SPL, Leq, DOSE_8h, L10, L50 e L90, bem como o espectro de frequência do ruído (bandas de oitava).

Na Figura 4 é possível visualizar um exemplo do gráfico gerado pelo programa SVANPC++, ilustrando a diferença entre o ruído captado pelo ML e pelo MIRE, por banda de frequência. O gráfico (NPS x Hz) mostra que, neste exemplo, na banda de 1000Hz, o ML captou média de ruído igual a 97,8 dBA, enquanto o MIRE captou 65,3 dBA.

Figura 4: Representação gráfica do ruído captado pelo ML e pelo MIRE, por banda de frequência

(Legenda – Barras verdes: ML; Barras vermelhas: MIRE)

Para a classificação da proteção auditiva fornecida pelo dispositivo em “adequada” ou “subproteção”, utilizou-se o critério da Dose_8h do MIRE. Aquelas doses que se encontravam acima de 100%, foram consideradas inadequadas (subproteção); os valores que ficaram abaixo de 100%, foram considerados adequados.

Além disso, para determinação da atenuação do PA, foi utilizada a fórmula:

$$\text{Diferença} = \text{dB}_{\text{ML}} - \text{dB}_{\text{MS}}$$

Onde:

Diferença é a atenuação fornecida pelo PA;

dB_{ML} é o nível de ruído registrado pelo ML (em dBA);

dB_{MS} é o nível de ruído registrado pelo microfone sonda (MIRE) (em dBA).

No exemplo dado na Figura 4, a fórmula ficou assim constituída:

$$\text{Diferença} = 97,8 \text{ dBA} - 65,3 \text{ dBA} = 32,5 \text{ dBA}$$

4.4.4. Análise da Audiometria Tonal

As audiometrias tonais fornecidas pela empresa foram analisadas quanto aos limiares auditivos, de acordo com a metodologia proposta por Merluzzi et al. (1979), pois esta é capaz de detectar PAINPSE precocemente, com finalidade preventiva.

Nesta classificação, é possível enquadrar os audiogramas em graus de 0 a 7, sendo que no Grau 0 estão incluídos os indivíduos com audição normal, ou seja, com limiares auditivos iguais ou inferiores a 25dBNA, bilateralmente, para todas as frequências. Os audiogramas com traçado de PAINPSE estão enquadrados nos Graus de 1 a 5:

- Grau 1: indivíduos com perda auditiva a partir de 4kHz, ou seja, pode ou não atingir 6 e 8kHz, mas os limiares de 250Hz a 3kHz estão preservados;
- Grau 2: indivíduos com perda auditiva a partir de 3kHz;

- Grau 3: indivíduos com perda auditiva a partir de 2kHz;
- Grau 4: indivíduos com perda auditiva a partir de 1kHz;
- Grau 5: indivíduos com perda auditiva a partir de 500Hz;

Os audiogramas com traçado sugestivo de PAINPSE associado à outra patologia se enquadram no Grau 6; e aqueles com traçado não sugestivo de PAINPSE, no Grau 7.

Para a análise dos resultados, foi criada uma variável denominada **perda auditiva** cujas categorias são combinações dos resultados das duas orelhas. As categorias dessa variável foram definidas como:

- não: quando o indivíduo não apresentava perda auditiva em nenhuma das orelhas;
- sim: quando o indivíduo apresentava perda auditiva em pelo menos uma das orelhas.

Além disso, a perda auditiva foi categorizada por tipo, ou seja: condutiva, neurossensorial ou sem tipo (perda auditiva isolada em 6000 Hz e/ou 8000 Hz).

4.5. Análise Estatística

Para comparar os níveis de ruído no MIRE e no ML por banda de frequência, foram calculadas as diferenças entre os níveis de ruído nas duas condições (MIRE e ML) para cada indivíduo em cada frequência (ML – MIRE). As médias das diferenças foram comparadas nas sete frequências, por meio da técnica de análise de variância com medidas repetidas (Winner, et al., 1991). As suposições de normalidade dos erros e dos efeitos aleatórios

foram checadas por meio dos gráficos de probabilidade normal dos resíduos apropriados. A suposição de esfericidade da matriz de covariâncias foi checada por meio do teste de Mauchly. Para localizar diferenças entre as médias nas diferentes frequências foi aplicado o procedimento de Bonferroni.

Na determinação dos fatores de risco para perda auditiva, inicialmente foi avaliada a associação de cada uma das variáveis (possíveis fatores de risco) com a ocorrência de perda. Na associação das variáveis qualitativas e a perda foi aplicado o teste Quiquadrado e, quando este se mostrou inadequado, foi considerado o teste exato de Fisher. As médias das variáveis quantitativas nos grupos com e sem perda foram comparadas por meio do teste t-Student, e no caso de variáveis cujas distribuições não eram normais, foi aplicado o teste de Mann-Whitney. A normalidade foi avaliada por meio da construção de gráficos de probabilidade normal (Fisher e Van Belle, 1993). No estudo da associação do uso do PA e incômodo referido no questionário foi utilizado o teste exato de Fisher.

Nos testes de hipótese foi fixado nível de significância de 0,05.

RESULTADOS

5.RESULTADOS

5.1. Caracterização da casuística

5.1.1 Perfil ocupacional

A amostra consistiu de 30 indivíduos do sexo masculino expostos a ruído ocupacional.

Na Tabela 1, encontra-se o resumo descritivo da idade (em anos) e do tempo de exposição ao ruído (em meses). As distribuições dessas variáveis estão representadas, de forma aproximada, nos *box-plots* na Figura 5. Foi observada alta variabilidade no tempo de exposição, sendo que 50% dos indivíduos estavam expostos ao ruído ocupacional por mais de 26 meses.

Tabela 1: Resumo descritivo da idade (anos) e do tempo de exposição (meses)

Variável	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Idade (anos)	30	33,4	9,30	19	33	50
Tempo de exposição (meses)	30	32,7	19,28	9	26	82

Figura 5: Box-plots da idade (anos) e do tempo de exposição (meses)

As frequências e porcentagens de ocorrência de cada função ocupacional são apresentadas na Tabela 2. A função que ocorreu com maior frequência foi a de Ajudante Geral.

Tabela 2: Frequências e porcentagens da função ocupacional

Função	N	(%)
Ajudante Geral	11	36,7
Mecânico	4	13,3
Encarregado de Produção	3	10
Op. Empilhadeira	3	10
Op. Máquina	3	10
Aux. Técnico	1	3,3
Chapeiro	1	3,3
Gerente de Manutenção	1	3,3
Gerente de Produção	1	3,3
Gerente Técnico	1	3,3
Op. Carreteira	1	3,3
Total	30	100

De acordo com informações obtidas pelo questionário, 28 (93,3%) trabalhadores utilizavam o PA durante toda a jornada de trabalho e dois retiravam-no com frequência. No que se refere à retirada do PA para conversar, 15 (50%) funcionários relataram este hábito. Ainda, sete (23,3%) funcionários disseram sentir incômodo com o uso do PA.

Nota-se pela Tabela 3, que a porcentagem de indivíduos que utilizavam o PA é maior no grupo que não relatou incômodo, com diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Tabela 3: Frequências e porcentagens da frequência de uso (Q5) em cada categoria (incômodo ou não com o PA)

Incômodo	Frequência de uso		Total
	Não utiliza	Utiliza	
Não	0 0,0%	23 100,0%	23 100,0%
Sim	2 28,6%	5 71,4%	7 100,0%
Total	2 6,7%	28 93,3%	30 100,0%

Teste exato de Fisher: $p=0,048$

Além disso, pode ser observado na Tabela 4 que a porcentagem de indivíduos que tinham o hábito de retirar o PA para conversar foi maior no grupo que relatou incômodo, porém a diferença entre as porcentagens nos dois grupos não foi significativa.

Tabela 4: Frequências e porcentagens da frequência do hábito de retirar o PA para conversar (Q6) em cada categoria (incômodo ou não com o PA)

Incômodo	Hábito de retirar o PA		Total
	Não	Sim	
Não	13 56,5%	10 43,5%	23 100,0%
Sim	2 28,6%	5 71,4%	7 100,0%
Total	15 50,0%	15 50,0%	30 100,0%

Teste exato de Fisher: $p=0,390$

5.1.2. Perfil audiológico

Na Tabela 5, podem ser observadas as médias dos limiares auditivos por via aérea para as orelhas direita e esquerda para todos os indivíduos, também representadas na Figura 6. É importante mencionar que um indivíduo (Ajudante Geral) não realizou a audiometria e, portanto, não foi considerado nesta análise. Outro funcionário (Chapeiro) apresentou limiares auditivos ausentes para todas as frequências na orelha direita. Cabe ressaltar, ainda, que um Ajudante Geral se destacou dos demais por apresentar perda auditiva neurossensorial de moderada a severa em todas as frequências para ambas as orelhas, enquanto um Encarregado de Produção apresentou perda auditiva neurossensorial de severa à profunda na orelha direita.

Tabela 5: Média e desvio padrão (dBNA) dos limiares auditivos por via aérea das orelhas direita e esquerda (n=29)

	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	3000Hz	4000Hz	6000Hz	8000Hz
OD	18,33 (±15)	16,78 (±15)	16,78 (±17)	17,32 (±19)	21,42 (±20)	27,50 (±22)	26,96 (±22)	26,78 (±23)
OE	17,75 (±13)	16,37 (±11)	14,13 (±11)	15,68 (±13)	18,62 (±14)	21,72 (±12)	26,03 (±17)	20,00 (±16)

Figura 6: Médias dos limiares auditivos por via aérea das orelhas direita e esquerda (n=29)

As frequências e porcentagens de ocorrência de perda auditiva podem ser visualizadas na Tabela 6. Nota-se que 44,8% dos indivíduos apresentaram perda auditiva na orelha direita e 41,4% apresentaram perda auditiva na orelha esquerda.

Tabela 6: Frequências e porcentagens da ocorrência de perda auditiva por função e total nas orelhas direita e esquerda

Função	Orelha direita			Orelha esquerda		
	Não	Sim	Total	Não	Sim	Total
Aj. Geral	5	5	10	7	3	10
	50,0%	50,0%	100,0%	70,0%	30,0%	100,0%
Aux. Técnico	1	0	1	1	0	1
	100,0%	0,0%	100,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Chapeiro	0	1	1	1	0	1
	0,0%	100,0%	100,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Encarregado de Produção	1	2	3	1	2	3
	33,3%	66,7%	100,0%	33,3%	66,7%	100,0%
Gerente de Manutenção	1	0	1	1	0	1
	100,0%	0,0%	100,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Gerente de Produção	1	0	1	1	0	1
	100,0%	0,0%	100,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Gerente Técnico	1	0	1	1	0	1
	100,0%	0,0%	100,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Mecânico	2	2	4	2	2	4
	50,0%	50,0%	100,0%	50,0%	50,0%	100,0%
Op. Carreteira	0	1	1	0	1	1
	0,0%	100,0%	100,0%	0,0%	100,0%	100,0%
Op. Empilhadeira	3	0	3	1	2	3
	100,0%	0,0%	100,0%	33,3%	66,7%	100,0%
Op. Máquina	1	2	3	1	2	3
	33,3%	66,7%	100,0%	33,3%	66,7%	100,0%
Total	16	13	29	17	12	29
	55,2%	44,8%	100,0%	58,6%	41,4%	100,0%

Observa-se, na Tabela 7, que 12 (41,4%) indivíduos não tiveram perda auditiva em nenhuma das orelhas, ou seja, a maioria dos participantes teve perda auditiva em pelo menos uma orelha. Oito deles (27,6%) apresentaram perda auditiva nas duas orelhas.

Tabela 7: Frequências e porcentagens conjuntas de ocorrência de perda auditiva nas duas orelhas

PERDA OD	PERDA OE		Total
	Não	Sim	
Não	12 41,4%	4 13,8%	16 55,2%
Sim	5 17,2%	8 27,6%	13 44,8%
Total	17 58,6%	12 41,4%	29 100,0%

Considerando apenas os indivíduos com perda auditiva, foi construída a Tabela 8, na qual são apresentadas as frequências e porcentagens do tipo de perda auditiva em ambas as orelhas, e a Tabela 9, na qual são encontradas as frequências e porcentagens do grau da perda auditiva em ambas as orelhas.

Tabela 8: Frequências e porcentagens do tipo de perda auditiva em ambas as orelhas por função e total

Função	TIPO			Total
	1	2	3	
Aj. Geral	4 16,0%	0 0,0%	4 16,0%	8 32,0%
Chapeiro	1 4,0%	0 0,0%	0 0,0%	1 4,0%
Encarregado de Produção	4 16,0%	0 0,0%	0 0,0%	4 16,0%
Mecânico	1 4,0%	2 8,0%	1 4,0%	4 16,0%
Op. Carreteira	1 4,0%	0 0,0%	1 4,0%	2 8,0%
Op. Empilhadeira	0 0,0%	0 0,0%	2 8,0%	2 8,0%
Op. Máquina	2 8,0%	0 0,0%	2 8,0%	4 16,0%
Total	13 52,0%	2 8,0%	10 40,0%	25 100,0%

Legenda: 1 – Neurosensorial; 2 – Condutiva; 3 – Sem tipo (perda em 6kHz e/ou 8kHz)

Tabela 9: Frequências e porcentagens do grau de perda auditiva em ambas as orelhas por função e total

Função	GRAU						Total
	1	2	3	5	6	7	
Aj. Geral	3 12,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	1 4,0%	4 16,0%	8 32,0%
Chapeiro	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	1 4,0%	1 4,0%
Encarregado de Produção	0 0,0%	3 12,0%	0 0,0%	0 0,0%	1 4,0%	0 0,0%	4 16,0%
Mecânico	1 4,0%	0 0,0%	1 4,0%	1 4,0%	1 4,0%	0 0,0%	4 16,0%
Op. Carreteira	2 8,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	2 8,0%
Op. Empilhadeira	2 8,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	2 8,0%
Op. Máquina	3 12,0%	1 4,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	4 16,0%
Total	11 44,0%	4 16,0%	1 4,0%	1 4,0%	3 12,0%	5 20,0%	25 100,0%

Nota-se, pela Tabela 8, que o tipo de perda auditiva com maior prevalência foi a neurossensorial. O grau que ocorreu com maior frequência foi o 1 (Tabela 9).

5.2. Caracterização do ruído no ambiente de trabalho

Nas Tabelas 10 e 11 são apresentados os resumos descritivos do PEAK, MAX, MIN, SPL e Leq nas condições MIRE e ML, respectivamente. As distribuições dessas variáveis estão representadas, de forma aproximada, nos *box-plots* da Figura 7.

Tabela 10: Resumo descritivo do PEAK, MAX, MIN, SPL e Leq no MIRE (dBA)

Variável	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
PEAK	30	112,63	10,83	93,5	112,0	136,8
MAX	30	89,31	13,83	61,9	95,1	105,9
MIN	30	55,68	7,73	46,3	57,7	69
SPL	30	71,43	16,37	48,1	72,7	99,8
Leq	30	75,03	15,29	49,6	81,55	94,8

Tabela 11: Resumo descritivo do PEAK, MAX, MIN, SPL e Leq no ML(dBA)

Variável	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
PEAK	30	129,53	5,82	118,4	129,8	140,5
MAX	30	109,69	3,84	103,3	109,9	117,2
MIN	30	65,55	7,63	49,7	66,4	84
SPL	30	94,51	9,44	69,1	96,7	108,6
Leq	30	97,93	3,50	91,3	97,4	104,4

Figura 7: *Box-plots* do PEAK, MAX, MIN, SPL e Leq (dBA) nas condições MIRE e ML

5.3 Comparação entre os níveis de ruído no MIRE e no ML

No resumo descritivo da Tabela 12, nota-se que as médias das diferenças entre os níveis de ruído no MIRE e no ML aumentaram até a frequência de 1000 Hz e a partir dessa frequência voltaram a diminuir. Este comportamento pode ser também visualizado no gráfico das médias apresentado na Figura 8. Os perfis individuais dos níveis de ruído no MIRE e no ML estão representados na Figura 9.

Tabela 12: Resumo descritivo do nível de ruído (dBA) no MIRE e no ML, e da diferença entre ML e MIRE (ML - MIRE) por banda de frequência

Frequência (Hz)	Condição	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
125	MIRE	30	67,57	19,60	34,9	76,7	93,6
	ML	30	79,83	5,64	65,1	80,0	91,9
	Diferença	30	12,26	19,54	-12,4	1,1	49,4
250	MIRE	30	68,31	18,96	31,7	77,8	91,5
	ML	30	87,55	5,42	71,2	87,8	97,1
	Diferença	30	19,24	18,38	-3,6	11,5	53,2
500	MIRE	30	62,22	14,60	32,5	67,3	81,5
	ML	30	90,33	4,81	77,0	90,2	98,0
	Diferença	30	28,12	14,10	8,0	22,3	56,2
1000	MIRE	30	56,88	14,46	30,2	62,9	75,6
	ML	30	93,70	3,99	83,4	93,6	101,0
	Diferença	30	36,83	14,04	17,2	30,6	62,9
2000	MIRE	30	60,50	13,38	38,1	64,2	80,8
	ML	30	91,20	3,61	84,4	91,1	98,2
	Diferença	30	30,70	13,43	9,1	27,4	53,7
4000	MIRE	30	59,13	8,97	44,7	61,1	75,7
	ML	30	85,56	3,65	77,0	85,4	92,6
	Diferença	30	26,43	9,62	8,4	27,0	43,8
8000	MIRE	30	53,51	9,53	40,1	54,3	71,9
	ML	30	77,39	4,08	69,1	76,9	84,2
	Diferença	30	23,87	9,91	7,3	23,5	40,0

Figura 8: Médias do nível de ruído (dBA) no MIRE e no ML por banda de frequência

Figura 9: Perfis individuais do nível de ruído (dBA) no MIRE e no ML por banda de frequência

A análise de variância com medidas repetidas apontou que as médias da diferença entre os níveis de ruído no ML e no MIRE não foram iguais nas sete frequências ($p < 0,001$). No prosseguimento da análise, as médias das diferenças foram comparadas nas frequências, duas a duas, e os resultados obtidos pelo procedimento de Bonferroni estão resumidos na Tabela 13. Nota-se que quanto mais baixa era a frequência, menor era a atenuação obtida.

Tabela 13: Resultados obtidos na comparação das médias da diferença do nível de ruído do ML e do MIRE (ML-MIRE) nas diferentes frequências, duas a duas, pelo método de Bonferroni

Comparação	Diferença	Erro padrão	P
125 – 250	-7,0	0,7	<0,001
125 – 500	-15,9	1,4	<0,001
125 – 1000	-24,6	1,4	<0,001
125 – 2000	-18,4	1,6	<0,001
125 – 4000	-14,2	2,6	<0,001
125 – 8000	-11,6	2,6	0,002
250 – 500	-8,9	0,9	<0,001
250 – 1000	-17,6	1,0	<0,001
250 – 2000	-11,5	1,3	<0,001
250 – 4000	-7,2	2,3	0,074
250 – 8000	-4,6	2,4	>0,999
500 – 1000	-8,7	0,5	<0,001
500 – 2000	-2,6	0,8	0,086
500 – 4000	1,7	1,6	>0,999
500 – 8000	4,2	1,8	0,459
1000 – 2000	6,1	0,6	<0,001
1000 – 4000	10,4	1,5	<0,001
1000 – 8000	13,0	1,6	<0,001
2000 – 4000	4,3	1,3	0,071
2000 – 8000	6,8	1,5	0,001
4000 – 8000	2,6	1,2	0,800

Além disso, foram comparados os resultados do ruído entre ML e MIRE, analisando-se o L10, L50 e L90 de cada um. Assim, na Tabela 14, observa-se que os trabalhadores ficaram expostos 10% do tempo a um ruído de 77,61dBA (MIRE), apesar do ML ter registrado 101,57dBA, no mesmo período. Durante 90% do tempo, os indivíduos estavam expostos a um ruído de 64,28dBA (MIRE), em um ambiente onde o ruído médio chegava a 83,94dBA. Todas as comparações foram estatisticamente significantes.

Tabela 14. Média e desvio padrão do ruído captado pelo MIRE e pelo ML, com relação ao L10, L50 e L90

	MIRE (média)	ML (média)	DP (MIRE)	DP (ML)	
LN	(em dBA)	(em dBA)	(em dBA)	(em dBA)	p-valor
L10	77,61	101,57	16,48	3,41	<0,0001*
L50	69,67	94,00	16,59	6,76	<0,0001*
L90	64,28	83,94	15,17	9,20	<0,0001*

(Legenda – ML: Microfone Lapela, DP: Desvio Padrão. Teste ANOVA pareado)

5.4. Ocorrência de subproteção e proteção adequada

Para verificar a ocorrência de subproteção ou proteção adequada, dadas pelo uso do PA, foi analisada a Dose_8h do MIRE, fornecida pelo equipamento (Tabela 15). Verificou-se que 30% dos indivíduos estavam subprotegidos (Dose_8h acima de 100%), com diferença estatisticamente significativa entre os grupos (Teste Quiquadrado: $p = 0,009$), sendo que a maioria recebia proteção adequada pelo PA tipo concha.

Tabela 15: Classificação da proteção a partir da Dose_8h do MIRE

Dose_8h do MIRE (%)	Classificação Proteção
7.48	Adequada
73.71	Adequada
202.79	Subproteção
38.96	Adequada
60.71	Adequada
11.19	Adequada
53.59	Adequada
2.3	Adequada
389.06	Subproteção
271.32	Subproteção
123.11	Subproteção
135.66	Subproteção
220.38	Subproteção
294.85	Subproteção
82.36	Adequada
153.69	Subproteção
176.54	Subproteção
63.29	Adequada
53.59	Adequada
89.5	Adequada
56.64	Adequada
7.18	Adequada
1.22	Adequada
1.87	Adequada
1.07	Adequada
0.74	Adequada
1.72	Adequada
1.42	Adequada
1.15	Adequada
1.12	Adequada

5.5. Correlação de algumas variáveis obtidas pelo questionário, com a presença de perda auditiva

Foi avaliada a associação de ocorrência de perda auditiva e cada uma das variáveis: frequência de uso do PA, hábito de retirar o PA para conversar, incômodo com o PA e tempo de exposição ao ruído.

Nota-se, na Tabela 16, que embora todos os indivíduos que não utilizavam o PA tenham apresentado perda auditiva em pelo menos uma das orelhas, e no grupo que utilizava o PA a porcentagem de indivíduos com perda auditiva tenha sido 55,6%, o teste exato de Fisher não detectou diferença estatisticamente significativa entre as porcentagens nos dois grupos, provavelmente devido ao reduzido tamanho da amostra.

Nas Tabelas 16 a 18, nota-se que as maiores porcentagens de indivíduos com perda auditiva foram observadas nos que não utilizavam o PA (Tabela 16), nos que tiravam o PA para conversar (Tabela 17) e nos que relataram incômodo com o PA (Tabela 18). Nas legendas das Tabelas 16 a 18 são apresentados os p-valores obtidos nos testes de associação da variável e a perda auditiva.

Tabela 16: Frequências e porcentagens de perda auditiva em cada categoria de frequência de uso do PA (Q5)

Frequência de uso	Perda		Total
	Não	Sim	
Não utiliza	0	2	2
	0,0%	100,0%	100,0%
Utiliza	12	15	27
	44,4%	55,6%	100,0%
Total	12	17	29
	41,4%	58,6%	100,0%

Teste exato de Fisher: $p=0,498$

Tabela 17: Frequências e porcentagens de perda auditiva em cada categoria de hábito de tirar o PA para conversar (Q6)

Hábito	Perda		Total
	Não	Sim	
Não	7 46,7%	8 53,3%	15 100,0%
Sim	5 35,7%	9 64,3%	14 100,0%
Total	12 41,4%	17 58,6%	29 100,0%

Teste Quiquadrado: $p=0,550$

Tabela 18: Frequências e porcentagens de perda auditiva em cada categoria de incômodo com o PA (Q7)

Incômodo	Perda		Total
	Não	Sim	
Não	11 50,0%	11 50,0%	22 100,0%
Sim	1 14,3%	6 85,7%	7 100,0%
Total	12 41,40%	17 58,60%	29 100,00%

Teste exato de Fisher: $p=0,108$

Tabela 19: Resumo descritivo do tempo de exposição (meses) em cada categoria de perda auditiva

Variável	Perda	N	Média	Desvio	Mínimo	Mediana	Máximo
				padrão			
Tempo de exposição	Não	12	30,8	14,1	9	29	57
	Sim	17	35,2	22,4	9	26	82
	Total	29	33,4	19,3	9	26	82

Na Tabela 19, pode-se observar que o tempo de exposição médio foi maior nos indivíduos com perda auditiva, mas não houve diferença estatisticamente significativa entre as distribuições do tempo de exposição nos grupos com e sem perda ($p=0,894$ - Teste de Mann-Whitney). Estes resultados sugerem que não houve associação do tempo de exposição com a ocorrência de perda auditiva, nesta amostra.

Na Tabela 20 foi apresentado um resumo descritivo do tempo de exposição ao ruído em cada categoria do grau de perda auditiva. Analisando-se apenas os graus correspondentes a PAINPSE (graus 1 a 5), observa-se que a média do tempo de exposição foi maior nos indivíduos com perda auditiva de grau 2 do que nos indivíduos com perda de grau 1. A mesma comparação não pôde ser realizada com os graus 3 e 5, pois houve apenas um indivíduo apresentando cada uma dessas categorias.

Tabela 20: Resumo descritivo do tempo de exposição (meses) por categoria do grau de perda (25 orelhas)

Grau	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
1	11	34,72	24,30	9	22	82
2	4	42,75	28,18	9	48	66
3	1	19,0	-	19	19	19
5	1	55,0	-	55	55	55
6	3	37,66	15,04	28	30	55
7	5	18	9,23	10	18	26

5.6. Estudo da atenuação fornecida pelo PA

Foi comparada a atenuação média, bem como a atenuação por banda de frequência, dada pelo uso do PA nos indivíduos deste estudo, com a atenuação expressa pelo Certificado de Aprovação (CA) do fabricante deste mesmo PA do tipo concha.

Pela Tabela 21, é possível observar que a atenuação verificada para a amostra deste estudo foi semelhante, em muitas frequências e para a atenuação média, aos valores fornecidos pelo fabricante, com diferença estatisticamente significativa para as frequências de 4000Hz e 8000Hz (maiores valores para o fabricante).

Tabela 21. Atenuação média e desvio padrão da amostra e do CA do fabricante, por banda de frequência e para o NRRsf (Leq)

Frequência (em Hz)	Amostra (atenuação média) em dBA	Fabricante (atenuação média) em dBA	Diferença das médias (Fabricante – Amostra) em dBA	DP (Amostra) em dBA	DP (Fabricante) em dBA	p-valor
125	12,2	9,2	-3	19,5	4,2	0,495
250	19,2	20,4	1,2	18,4	4,7	0,784
500	28,1	24,8	-3,3	14,0	3,3	0,928
1000	36,8	37,4	0,6	14,0	5,4	0,956
2000	30,7	32,4	1,7	13,4	2,8	0,578
4000	26,4	34,1	7,7	9,6	3,8	0,001*
8000	23,9	36,4	12,5	9,9	2,8	<0,0001*
NRRsf (Leq)	22,9	21	-1,9	14,9	3,8	0,582

(Legenda - DP: Desvio Padrão. Teste ANOVA não pareado)

Na Figura 10 estão representados os perfis individuais da atenuação e a atenuação esperada (apresentada no CA) por banda de frequência.

Na Tabela 22 são apresentadas as frequências e porcentagens de indivíduos com atenuação menor que a esperada.

Figura 10: Perfis individuais da atenuação e atenuação esperada em cada frequência

Tabela 22: Frequências e porcentagens de indivíduos com atenuação abaixo da esperada em cada frequência

Frequência (Hz)	n	%
125	19	63,3
250	19	63,3
500	18	60,0
1000	18	60,0
2000	20	66,7
4000	23	76,7
8000	27	90,0

Os resultados acima mostram que a maioria dos indivíduos teve atenuação abaixo da relatada no CA, notadamente nas frequências de 4000Hz e 8000Hz.

DISCUSSÃO

6.DISSCUSSÃO

Com base na legislação brasileira e de países desenvolvidos, um PPPA deve incluir, entre outros aspectos, o monitoramento do ruído, o treinamento e a educação dos trabalhadores, o uso de proteção auditiva e o monitoramento audiométrico (Brasil, 2006; Daniell et al., 2006; Robertson et al., 2007).

No entanto, a eficácia dos PAs não é avaliada dentro dos PPPA, o que contribui para o desconhecimento da eficácia das ações desenvolvidas nos programas e, conseqüentemente, para o não aprimoramento de estratégias que contribuam para a evolução dos mesmos, no sentido de minimizar as alterações auditivas decorrentes do trabalho.

Sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a eficácia dos PAs do tipo concha em uma população exposta a ruído ocupacional, por meio do método objetivo *Microphone In Real Ear* (MIRE).

De acordo com os resultados obtidos, realizaremos a análise crítica dos mesmos, confrontando-os com a literatura existente.

Este capítulo segue a mesma ordem de critérios do capítulo de resultados:

6.1. Caracterização da casuística

6.2. Caracterização do ruído no ambiente de trabalho

6.3. Comparação entre os níveis de ruído no MIRE e no ML

6.4. Ocorrência de subproteção e proteção adequada

6.5. Correlação de algumas variáveis obtidas pelo questionário, com a presença de perda auditiva

6.6. Estudo da atenuação fornecida pelo PA

6.7. Considerações finais

6.1. Caracterização da casuística

Foram avaliados 30 indivíduos do sexo masculino expostos a ruído ocupacional, com idade média de 33,4 anos e tempo médio de exposição equivalente a 32,7 meses (2,7 anos).

Com relação ao tamanho da amostra e prevalência de gênero, pode-se dizer que são dados que variam muito dentre os estudos dessa área, uma vez que dependem do ambiente ocupacional avaliado. Por exemplo: Park e Casali (1991a) avaliaram 40 indivíduos, sem definir o gênero; Abel et al. (2002) avaliaram 72 trabalhadores (36 homens e 36 mulheres); Casali e Robinson (2004) contou com 10 voluntários (sendo 5 homens e 5 mulheres); Tsukada e Sakakibara (2008) estudaram 68 sujeitos do sexo masculino; Nélisse et al. (2012) avaliaram 24 trabalhadores, porém sem definir o gênero; Alali e Casali (2012) utilizaram 12 sujeitos (sendo 7 homens e 5 mulheres).

Alguns ambientes ocupacionais contam com trabalhadores do sexo masculino em maior número, em virtude da natureza da ocupação (Pizzatto et al, 2004). No caso do estudo em questão, a indústria escolhida do ramo de fabricação de blocos de concreto para construção possuía mais funcionários do sexo masculino. Por este motivo, optamos por incluir apenas homens, para que possíveis variáveis relacionadas ao sexo não interferissem nos resultados audiológicos, já que é sabido que o sexo

masculino apresenta preponderância na incidência e no grau da perda auditiva (Araújo, 2002).

No que se refere à idade, os dados mais recentes encontrados na literatura evidenciaram que nossa amostra é, em média, mais jovem que alguns outros estudos: Tsukada e Sakakibara (2008) obtiveram média de idade de 35,5 anos; Williams e Rabinowitz (2012), média de 50,31 anos; e Groenewold et al. (2014), média de 46 anos. Outras pesquisas mostraram, ainda, que a faixa etária utilizada costuma ser ampla, como por exemplo, a de Byrne et al. (2011), 23 a 50 anos, e a de Abel et al. (2002), 18 a 70 anos, como é o caso da presente amostra, que apresentou indivíduos de 19 a 50 anos. A idade também é um fator que interfere diretamente nos resultados audiológicos (Araújo, 2002). No entanto, como o objetivo deste trabalho não foi fazer comparações do perfil audiológico dos trabalhadores com outros estudos da literatura, estas diferenças apontadas anteriormente entre os diversos achados descritos não foram aprofundadas e não influenciarão nos principais resultados encontrados.

Segundo Hsu et al. (2004), a seleção dos PAs tem sido focada, primariamente, na atenuação fornecida pelo dispositivo, sem considerar outros fatores, como conforto e facilidade de colocação. Como resultado, muitos trabalhadores não usam seus PAs de forma consistente e correta.

Shulter (1984) relatou a necessidade de mais treinamento para a colocação dos PAs de inserção do que para os tipo concha. Porém, a necessidade de treinamento não quer dizer, necessariamente, que o PA de inserção é mais desconfortável que o tipo concha. Ambos os tipos de PA

apresentam vantagens e desvantagens e o treinamento para a colocação dos mesmos poderia maximizar os benefícios trazidos por estes dispositivos.

De acordo com Canetto (2009), no PA tipo concha, a pressão exercida pela espuma e a força da tiara podem contribuir para uma melhor atenuação; por outro lado, Williams (2009) relata que a pressão excessiva pode afetar a circulação sanguínea nas orelhas, além de aumentar o calor por baixo da espuma, podendo causar transpiração e criando um grande desconforto.

Tendo em vista estas questões relacionadas ao conforto, investigamos a periodicidade de uso do PA entre os nossos sujeitos, bem como a existência de um possível incômodo durante o uso, por meio de questionário desenvolvido para este fim.

De acordo com informações obtidas pelo questionário, 93,3% dos trabalhadores utilizavam o PA durante toda a jornada de trabalho e 6,7% retiravam-no com frequência. Este comportamento reflete que a maioria dos trabalhadores estão conscientes quanto à importância do uso do PA para a prevenção da perda auditiva. A utilização adequada do PA depende intrinsecamente do treinamento realizado no PPPA (Neitzel et al, 2008). Vários estudos vêm comprovando a importância do treinamento para o uso correto dos PAs (Bockstael et al, 2008; Gonçalves et al, 2009; Hager, 2011; Schulz, 2011; Samelli e Moreira, 2014) e é importante frisar dentro do treinamento que o PA deve ser utilizado 100% do tempo da jornada de trabalho, ou poderá haver prejuízo da proteção. Por exemplo, um PA que atenua 20 dB(A), quando utilizado por apenas 50% do tempo em uma

jornada de 8 horas, apresentará uma atenuação real de apenas 3 dB(A) (Gerges, 2003; Samelli e Moreira, 2014).

No que se refere à retirada do PA para conversar, 50% dos funcionários relataram este hábito. Ainda, 23,3% disseram sentir incômodo com o uso do PA. Comparando estes dados, observamos que a porcentagem de indivíduos que utilizavam o PA foi maior no grupo que não relatou incômodo, com diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Além disso, também encontramos porcentagem de indivíduos que tinham o hábito de retirar o PA para conversar maior no grupo que relatou incômodo, apesar de a diferença entre as porcentagens nos dois grupos não ter sido significativa.

Muitos estudos vêm mostrando que uma das barreiras para o uso consistente do PA é o conforto (ou a falta dele). O conforto do PA influencia diretamente na efetividade do PPPA, uma vez que os trabalhadores devem utilizar o PA durante o tempo total de exposição ao ruído, como já mencionado. Se o dispositivo de proteção individual não estiver confortável, inevitavelmente o indivíduo não utilizará o PA; ou fará ajustes / modificações no PA, que perderá suas características acústicas e sua atenuação ficará comprometida; ou ainda ele retirará o PA em alguns momentos durante a jornada de trabalho, o que também é prejudicial (Park e Casalli, 1991a; Daniell et al, 2006; Tsukada e Sakakibara, 2008; Byrne et al, 2011; Williams e Rabinowitz, 2012; Groenewold et al, 2014; Samelli e Fiorini, 2015 – in press). Desta forma, acreditamos que o incômodo relatado por alguns

indivíduos do estudo pode estar relacionado com o hábito de retirar o PA e/ou com o uso inconsistente do dispositivo durante a jornada de trabalho.

Ainda em relação ao conforto dos PAs, Park e Casali (1991a) compararam PAs tipo concha com PAs de inserção e concluíram que depois de 2 horas de uso, os tipo concha apresentaram uma degradação significativa do conforto, enquanto os de inserção ofereceram um conforto mais consistente ao longo do mesmo período. Os mesmos autores, no mesmo ano (Park e Casali, 1991b) investigaram a relação da atenuação dos PAs com treinamento prévio e chegaram à conclusão de que os PAs de inserção apresentam melhora mais significativa após o treinamento do que os PAs tipo concha.

Segundo Behar (2007) e Canetto (2009), achados como esses evidenciam que a escolha do melhor PA nas indústrias não deve ser guiada apenas pelo desempenho da atenuação; a capacidade de se comunicar e o conforto são parâmetros de igual importância e, por isso, não podem ser desprezados. Groenewold et al (2014) ressaltam ainda que embora seja muito importante avaliar o conforto durante o processo de seleção de PAs, este é difícil de ser mensurado por ser subjetivo e influenciado por diversos fatores psicofisiológicos. Por este motivo, alguns autores propuseram o uso de escalas para avaliar o conforto, o que seria benéfico, principalmente para a comparação entre diferentes tipos de PAs e poderia auxiliar na seleção do PA mais adequado para cada indivíduo (Samelli e Fiorini, 2015 - in press).

Como já mencionado em capítulos anteriores, a PAINPSE é caracterizada por queda gradual e irreversível da acuidade auditiva devida à

exposição a níveis elevados de pressão sonora, lesando as células ciliadas do Órgão de Corti (Miranda e Dias, 1998; Araújo, 2002; Dias, et al., 2006; Pfeiffer et al., 2007; Martins et al., 2008; Santos e Junior, 2009). É importante lembrar a necessidade da exposição prolongada e sistemática ao ruído (Ministério da Saúde, 2006; Guida et al., 2010b), sendo que a extensão e grau da perda auditiva estão diretamente relacionados com a intensidade da pressão sonora, duração no tempo, frequência e a suscetibilidade do indivíduo (Guida et al., 2011). Além disso, a PAINPSE também se caracteriza por ser neurosensorial, bilateral com padrões similares (apesar de ser possível graus diferentes entre as orelhas) e por predominar nas frequências de 3kHz, 4kHz ou 6kHz, podendo evoluir para 8kHz, 2kHz, 1kHz, 500Hz e 250Hz (Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva, 1999).

Considerando que os trabalhadores avaliados neste estudo ficavam expostos a ruído intenso por período prolongado, analisamos os audiogramas mais recentes de cada um deles.

Observamos que 44,8% dos 29 indivíduos apresentaram perda auditiva na orelha direita e 41,4% apresentaram perda auditiva na orelha esquerda. Guida et al. (2010b) também encontrou uma pequena diferença entre as orelhas, mas com prevalência de perda auditiva na esquerda (54 casos de perda na orelha direita e 56 casos na esquerda).

Miranda et al. (1998) relataram alta taxa de PAINPSE unilateral em sua amostra, assim como Kwitko e Pezzi (1993), que avaliaram 826 trabalhadores metalúrgicos e observaram 40% de casos de PAINPSE

unilaterais. No entanto, cabe destacar que a análise do perfil audiológico ocupacional não pode ser realizada de forma descontextualizada do ambiente de trabalho. A fonte do ruído (maior intensidade de um lado da cabeça), a reverberação do ambiente, a colocação do PA e sua eficácia (que pode ser diferente nas duas orelhas), a destreza manual (que interfere na colocação do PA de inserção) entre outros aspectos devem ser considerados na análise da audiometria.

É importante ressaltar que na análise descrita anteriormente, em relação à audiometria, consideramos todos os casos de perda auditiva, ou seja, com característica de PAINPSE ou não (incluindo perdas auditivas condutivas e perdas auditivas unilaterais sem etiologia definida). Desta forma, para esta análise, especificamente, uma comparação com outros estudos da literatura pode ficar comprometida. Posteriormente, consideramos as PAINPSES separadamente.

Observamos, ainda, que 41,4% dos indivíduos não tiveram perda auditiva em nenhuma das orelhas, ou seja, a maioria dos participantes (58,6%) teve perda auditiva em pelo menos uma orelha. Oito deles (27,6%) apresentaram perda auditiva nas duas orelhas. Dentre as perdas auditivas, o tipo mais prevalente foi o neurosensorial, que é o que se espera em decorrência da exposição ao ruído (Miranda e Dias, 1998; Araújo, 2002; Dias, et al., 2006; Pfeiffer et al., 2007; Martins et al., 2008; Santos e Junior, 2009), e o grau mais frequente foi o 1. Estes achados foram semelhantes aos observados por outros estudos da literatura (Miranda et al., 1998; Guida et al., 2010a; Guida et al., 2010b).

As PAINPSE geralmente se distribuem, quanto ao grau da perda auditiva e extensão, de maneira diferente ao longo dos anos de exposição ao ruído, sendo que a audição se deteriora mais rapidamente durante os primeiros anos, e mais lentamente conforme os anos de exposição vão aumentando (Rosler, 1994; Groenewold et al., 2014). Contudo, a média do tempo de exposição do presente estudo, assim como no de Groenewold et al. (2014) foi muito baixa (menor que 6 anos no estudo referido e menor que 3 anos no presente estudo), e a evolução da PAINPSE não desacelera antes dos 10 anos de exposição. Isso explicaria os 12 sujeitos com audição normal.

6.2. Caracterização do ruído no ambiente de trabalho

São muito raros os estudos nessa área que utilizam os métodos de verificação da atenuação na prática laboral, e mais raros ainda os que caracterizam o ambiente de trabalho. Normalmente as pesquisas são realizadas em laboratórios e seus objetivos são desenvolver novos produtos/equipamentos, avaliar os principais métodos de verificação, comparando-os, e testar a eficácia de PAs, como descrito em capítulos anteriores.

Dentre os poucos estudos encontrados, podemos citar o de Hager (2008), em que foram avaliados 138 funcionários de uma fábrica de latas de metal, com ruído ambiente variando, em média, entre 80 e 105 dB(A). Ele encontrou valores de atenuação em torno de 11 a 42 dB, sendo que os sujeitos expostos a ruídos mais intensos atingiram os maiores valores de

proteção e os expostos a ruídos menos intensos atingiram menores níveis de atenuação. Este fato tem relação com os diferentes PAs utilizados, uma vez que alguns fornecem mais atenuação do que outros e, normalmente, os PAs indicados para funcionários que trabalham em ambientes com ruído mais intenso são aqueles que fornecem maior nível de atenuação.

Em uma revisão sobre o assunto, Schulz (2011) descreveu um estudo realizado em uma oficina de fabricação de aço, o qual utilizou um método semelhante ao REAT para verificar se os 61 funcionários estavam expostos a níveis de ruído superiores a 85dB(A) mesmo utilizando PA. Foi observado que 12 deles estavam subprotegidos, pois o ruído ambiente variava entre 103 e 104dB(A) e a atenuação oferecida pelo PA era inferior a 20dB. Para estes funcionários, foi indicada a dupla proteção.

Como pode-se notar, os ambientes industriais costumam apresentar intensos níveis de pressão sonora, sendo necessário monitorar os trabalhadores que atuam nestes locais, buscando garantir que a proteção auditiva necessária para estes indivíduos seja atingida adequadamente.

No presente estudo, ao caracterizar o ruído do ambiente de trabalho, analisamos as variáveis PEAK, MAX, MIN, SPL e Leq, nas condições MIRE e ML. Para todas as variáveis observamos médias maiores no ML em comparação ao MIRE, o que já era esperado, devido ao uso do PA na medição com o MIRE.

O Leq é o nível sonoro médio obtido durante o período de registro (Brasil, 1978; Fundacentro, 2001; Bistafa, 2011; Silva, 2013). Observamos 75,03 dB(A) para o MIRE e 97,93 dB(A) para o ML. Segundo a NR-15

(Brasil, 1978), para este nível de exposição, se considerarmos o valor obtido para o ML, o tempo máximo permitido é de menos de 2 horas. No entanto, este valor é apenas uma média para um período e o tempo de exposição não pode ser calculado sem considerar as variações na intensidade do ruído, que podem ser maiores ou menores durante a jornada de trabalho.

Sendo assim, para que este cálculo seja mais preciso, é necessário considerar a DOSE_8h a que cada trabalhador está exposto, conforme será discutido posteriormente. Além disso, se consideramos o valor obtido para o MIRE, ou seja, com a orelha protegida, poderíamos imaginar que o trabalhador está protegido para as 8 horas de trabalho, uma vez que a NR-15 (Brasil, 1978) permite exposições de 85 dB(A) para este período. Contudo, novamente, é importante ressaltar que esta é uma média obtida para todos os trabalhadores e, para garantir maior fidedignidade nos PPPA, no dia-a-dia, estas medições devem ser realizadas e analisadas individualmente para cada trabalhador.

Quanto ao PEAK, que é o ruído instantâneo mais elevado que ocorre durante um período avaliado (Brasil, 1978; Fundacentro, 2001; Bistafa, 2011; Silva, 2013), observamos 112,63 dB(A) para o MIRE e 129,53 dB(A) para o ML. Desta forma, nota-se que, mesmo com a orelha protegida, embora sendo picos instantâneos, o ruído pode atingir mais de 110 dB(A) no MAE. Entretanto, é importante considerar que esta forma de medição com o MIRE é muito sensível e que qualquer atrito do PA com o microfone pode produzir ruídos internos, o que possivelmente contribui para estes ruídos elevados medidos na condição PEAK.

Em virtude desta sensibilidade do instrumento de medição, podemos avaliar que para identificar o ruído máximo com maior precisão, a condição MAX, que é o nível mais elevado de ruído contínuo que ocorre durante o período avaliado (Brasil, 1978; Fundacentro, 2001; Bistafa, 2011; Silva, 2013), seja a mais indicada. No caso do presente estudo, verificamos 89,31 dB(A) para o MIRE e 109,69 dB(A) para o ML, sugerindo que mesmo na presença do PA, o ruído máximo atingiu níveis mais elevados que os indicados pela NR-15 (Brasil, 1978), o que nos leva a questionar se todos os trabalhadores estão protegidos durante toda a jornada de trabalho. Novamente, é importante verificarmos a questão da DOSE_{8h}, que será feita mais adiante.

Por fim, foi avaliado o MIN, que é o nível mais baixo de ruído que ocorre durante o período avaliado (Brasil, 1978; Fundacentro, 2001; Bistafa, 2011; Silva, 2013). Obtivemos um valor de 55,68 dB(A) para o MIRE e 65,55 dB(A) para o ML.

6.3 Comparação entre os níveis de ruído no MIRE e no ML

Comparando os níveis de ruído no MIRE e no ML, observamos que a diferença entre eles (atenuação) aumentou até a frequência de 1000Hz e a partir dessa frequência voltou a diminuir, ou seja, os níveis de ruído foram mais próximos nas frequências graves e agudas, evidenciando que a atenuação foi maior nas frequências intermediárias. A análise de variância com medidas repetidas complementou essa observação, apontando que quanto mais baixa era a frequência, menor era a atenuação obtida.

Essa dificuldade em atenuar ruídos em frequências mais baixas também foi encontrada por Augusto Neto (2007), que avaliou PAs tipo concha de três marcas diferentes, e por outros pesquisadores (Casali e Park, 1991; Park e Casali, 1991a; Berger et al., 1998; Nélisse et al., 2012). Berger et al. (1996) afirmam que os PAs tipo concha provém uma melhor atenuação nas frequências médias, o que concorda com os nossos achados.

Além disso, comparamos os resultados do ruído entre ML e MIRE, analisando o L10, L50 e L90 de cada um. Assim, na Tabela 14, observamos que os trabalhadores ficaram expostos 10% do tempo a um ruído de 77,61dB(A) (MIRE), apesar do ML ter registrado 101,57dB(A), no mesmo período. Durante 90% do tempo, os indivíduos estavam expostos a um ruído de 64,28dB(A) (MIRE), em um ambiente onde o ruído médio chegava a 83,94dB(A). Todas as comparações foram estatisticamente significantes.

Mais uma vez, pode-se notar que o ambiente ao qual os trabalhadores estão expostos é altamente insalubre: pelo menos por 10% do tempo eles ficariam expostos a ruído de mais de 100 dB(A). No entanto, com o uso do PA, esta exposição torna-se menos prejudicial. Contudo, a análise da periculosidade da exposição ao ruído para cada um dos indivíduos pode ser melhor analisada por meio da DOSE_8h, que será discutida a seguir.

6.4 Ocorrência de subproteção e proteção adequada

Conforme já comentado anteriormente, é importante que a avaliação da exposição ao ruído seja realizada por meio de dosímetro fixado no trabalhador, fornecendo dados importantes como a dose de exposição ao

ruído e outras grandezas, o que permite uma visão mais real sobre as condições do ambiente ocupacional, durante a jornada de trabalho (Fundacentro, 2001; Bolegnesi, 2008; Bistafa, 2011).

Por meio de um critério de referência, que é o nível de ruído que será usado como critério base para estabelecer uma Dose de 100% para 8 horas de exposição, conheceremos qual o limite de nível sonoro equivalente ao qual um trabalhador pode ficar exposto em uma jornada de 8 horas diárias ou 40 horas semanais. De acordo com a NR-15, uma dose de 100% corresponde ao nível critério de 85dBA para 8 horas de exposição, buscando prevenir as perdas auditivas ocupacionais (Brasil, 1978; Fundacentro, 2001; Bistafa, 2011; Silva, 2013).

Tendo isto em vista, buscamos analisar a possível ocorrência de subproteção ou proteção adequada, dadas pelo uso do PA, que foi analisada por meio da Dose_8h medida pelo MIRE e fornecida pelo equipamento. Verificamos que 30% dos indivíduos estavam subprotegidos (ou seja, apresentavam Dose_8h acima de 100%), com diferença estatisticamente significativa entre os grupos, sendo que a maioria recebia proteção adequada pelo PA tipo concha.

Embora a maioria dos indivíduos tenha apresentado proteção adequada, segundo esta análise, não podemos desconsiderar os 30% dos trabalhadores que estão subprotegidos, sugerindo que o PA utilizado não está adequado ou que a colocação do mesmo não está sendo feita da melhor forma possível. Barbieri e Nunes (2013), utilizando o mesmo equipamento do presente estudo, encontraram dados interessantes

referentes à atenuação fornecida pelos PAs tipo concha, em uma siderúrgica. Os pesquisadores observaram que o PA investigado ofereceu atenuação adequada para 60% da amostra; para 16%, a atenuação foi maior que a esperada; e para 24% da amostra foi observada atenuação abaixo da esperada, o que não caracteriza subproteção, necessariamente, já que é necessário que se avalie o nível de ruído e tempo de exposição para cada indivíduo. Para estes 24%, foram identificadas interferências que reduziram a atenuação, como o uso simultâneo de óculos de proteção, touca e/ou capacete. No presente estudo, não realizamos esta análise, ou seja, não avaliamos se outros equipamentos de proteção individual estariam interferindo no posicionamento do PA, o que poderia contribuir para a ocorrência de subproteção.

De maneira geral, os PAs tipo concha são mais fáceis de colocar e menos suscetíveis à influência do treinamento do usuário quando comparados aos PAs de inserção. Contudo, esta provavelmente não é uma verdade universal para uma variedade de PA tipo concha, sendo que alguns podem requerer ajustes um pouco mais complexos de hastes e fones pelo usuário (Casali e Park, 1991), que pode explicar, em parte, alguns resultados observados no presente estudo.

Outra opção é que aqueles indivíduos que estão subprotegidos necessitem de maiores níveis de atenuação em virtude de uma maior exposição ao ruído. Neste caso, a solução seria a seleção de outro PA tipo concha com maiores valores de atenuação ou até a indicação da dupla proteção (um PA de inserção usado em conjunto com um PA tipo concha),

ainda que a atenuação aumente apenas de 5 a 10 dB(A) com o uso da dupla proteção (Bockstael et al., 2008).

É importante ressaltar que estudos como o presente possibilitam a verificação da eficácia do PA, que envolve não apenas a análise do NRRsf, mas também a atenuação dada pelo PA para um indivíduo específico em um ambiente de trabalho singular (com níveis de ruído, tempo de exposição, uso simultâneo de diversos equipamentos de proteção individual, etc, que devem ser analisados e correlacionados com a atenuação dada pelo PA). Somente a partir destes dados, podemos verificar se o PPPA está sendo efetivo e, caso necessário, os resultados podem fornecer quais são as modificações necessárias a serem realizadas no programa.

6.5 Correlação de algumas variáveis obtidas pelo questionário, com a presença de perda auditiva

Estudos recentes esclarecem que o possível desconforto causado pelo PA é um dos impedimentos para o uso consistente do dispositivo (Daniell et al., 2006; Tsukada e Sakakibara, 2008; Byrne et al., 2011; Williams e Rabinowitz, 2012; Groenewold et al., 2014). A importância de o PA ser utilizado durante o tempo total de exposição ao ruído evidencia que o conforto tem influência direta na eficácia do PPPA, pois se o PA não estiver confortável, o trabalhador facilmente não o utilizará, ou fará ajustes/modificações no PA, que irá perder suas características acústicas e ter sua atenuação comprometida; ou ainda, o indivíduo irá retirar o PA em alguns momentos durante a jornada de trabalho, o que pode ser ainda mais

prejudicial. Sabemos que essa retirada do PA em local ruidoso, mesmo que por pouco tempo, resulta em redução da atenuação originalmente fornecida (por exemplo: para uma jornada de trabalho de 8 horas e PA com atenuação de 25dB, a retirada por 15 minutos durante a jornada causaria uma correção na atenuação do mesmo PA, que passaria a ser de 20dB, ou seja, uma redução de 20% de proteção devida a uma retirada de 3% do tempo) (Park e Casali, 1991a).

Pensando nisso, correlacionamos algumas variáveis obtidas pelo questionário com a presença de perda auditiva, observando maiores porcentagens de perda auditiva dentre os indivíduos que não utilizavam o PA, nos que retiravam o PA para conversar, e nos que relataram incômodo com o PA, embora sem diferença estatisticamente significativa. Diferente do que ocorreu em nosso estudo, o realizado por Guerra et al. (2005) encontrou associação significativa entre perda auditiva e nível de utilização de PA. Portanto, provavelmente essa mesma relação estatisticamente significativa não foi observada no presente estudo devido ao reduzido tamanho da amostra.

Com relação ao tempo de exposição, observamos média maior nos indivíduos com perda auditiva, mas também sem diferença estatisticamente significativa. Apesar de nossa análise não ter evidenciado relação entre tempo de exposição e perda auditiva, o estudo de Gonçalves e Iguti (2006) mostrou que tal relação pode existir. Eles analisaram audiometrias de cinco anos de 2270 trabalhadores e encontraram que a média do tempo de serviço foi estatisticamente maior entre os trabalhadores que apresentaram piora

dos limiares ao longo dos anos. Guida et al. (2010b) também encontraram correlação entre essas duas variáveis, para 200 policiais militares com média de tempo de serviço de aproximadamente 16 anos, principalmente nas frequências de 4000Hz, 6000Hz e 8000Hz.

Conforme já mencionado anteriormente, as PAINPSE geralmente se distribuem, quanto ao grau da perda auditiva e extensão, de maneira diferente ao longo dos anos de exposição ao ruído (Rosler, 1994; Groenewold et al., 2014). Contudo, a média do tempo de exposição do presente estudo foi muito baixa (menor do que 3 anos) e, provavelmente, uma relação estatisticamente significativa entre perda auditiva e tempo de exposição poderia ser observada se esta média do tempo de exposição e/ou se a nossa casuística fossem maiores.

Analisando apenas as perdas auditivas compatíveis com PAINPSE (graus 1 a 5 pela classificação de Merluzzi), verificamos que a média do tempo de exposição foi maior nos indivíduos com perda auditiva de grau 2 do que nos indivíduos com perda auditiva de grau 1. Este fato já era esperado, uma vez que a PAINPSE piora na medida em que aumenta o tempo de exposição ao ruído (Rosler, 1994; Groenewold et al., 2014). A mesma comparação não pôde ser realizada com os graus 3 e 5, pois houve apenas um indivíduo apresentando cada uma dessas categorias.

6.6 Estudo da atenuação fornecida pelo PA

Encontramos um grande número de pesquisas relatando que a atenuação obtida no ambiente industrial é menor – e, em alguns casos,

muito menor – do que o NRR obtido nos laboratórios (Behar, 1985; Casali e Park, 1991; Berger et al., 1996; Stewart, 2000; Neitzel et al., 2006; Augusto Neto, 2007; Barbieri e Nunes, 2013).

Quando comparada a atenuação obtida neste estudo com a atenuação expressa pelo Certificado de Aprovação (CA) do fabricante do PA tipo concha utilizado, foi possível observarmos que nossos achados corroboram os estudos anteriores, pois mais de 60% dos sujeitos ficaram abaixo da atenuação esperada, para todas as frequências avaliadas. Por outro lado, a atenuação verificada para a amostra deste estudo foi semelhante, para muitas frequências e para a atenuação média, aos valores do CA, mas apresentou diferença estatisticamente significativa para as frequências de 4000Hz e 8000Hz com maiores valores para o fabricante, fato que foi observado também por Casali e Park (1991) e Berger et al. (1998).

6.7 Considerações finais

Em resumo, podemos dizer que geralmente a atenuação real do PA verificada em campo é inferior, e às vezes muito inferior, à estimada pelos testes feitos em laboratório.

Destacamos também que a ocorrência de perda auditiva entre trabalhadores expostos a ruído é extremamente comum, como observado no presente estudo e em outros estudos da literatura relatados anteriormente. Além disso, a presença de perda auditiva e a atenuação real fornecida pelo PA em campo (que às vezes é inferior à necessidade do trabalhador) podem

estar relacionadas, sendo imprescindível que os PPPA considerem estas questões e proponham medidas para minimizar possíveis falhas que possam estar ocorrendo nos programas.

Entretanto, no caso do estudo em questão, devemos mencionar que os resultados de algumas das audiometrias são questionáveis; os exames foram realizados em locais e condições não conhecidos (por exemplo, não sabemos se o audiômetro passou pela calibração anual, se o exame foi realizado em local silencioso atendendo às normas em vigor, se houve repouso acústico adequado, etc), constituindo-se como uma limitação importante. Desta forma, sugerimos que futuros estudos que analisem estes aspectos controlem estas variáveis para que esta relação entre presença de perda auditiva, atenuação real do PA e uso constante do PA possa ser mais bem estabelecida.

Além disso, o reduzido tamanho da amostra limitou algumas das análises, nos impedindo, por exemplo, de realizar a análise por função, uma vez que algumas funções apresentaram pequeno número de funcionários.

Apesar destas limitações, o presente estudo se faz importante para o aprimoramento dos conhecimentos na área, pois mostra a variabilidade de resultados possíveis entre vários indivíduos, no que se refere à atenuação real fornecida por um mesmo PA, ainda que seja um PA do tipo concha, que se apresenta como o modelo mais simples no que diz respeito à colocação e, portanto, espera-se uma menor variabilidade de resultados quanto aos valores de atenuação.

É somente por meio deste tipo de avaliação (individual, objetiva e em campo) que poderemos assegurar a real atenuação fornecida pelo PA, garantindo assim que o trabalhador está realmente protegido e assegurando a efetividade do PPPA.

CONCLUSÕES

7. CONCLUSÕES

- ◆ Por meio dos presentes achados, pode-se verificar que o PA do tipo concha avaliado não se mostrou eficaz para a totalidade dos trabalhadores participantes do estudo;
- ◆ Os participantes do estudo tinham em média 33 anos e estavam expostos a ruído por volta de três anos, em média. A maioria exercia a função de ajudante geral. 58,6% apresentaram perda auditiva, sendo que 20 orelhas mostraram perda auditiva compatível com prejuízo causado pelo ruído;
- ◆ O ruído presente no ambiente de trabalho mostrou média de 97,93 dB(A) (variando de 65 a 109 dB(A));
- ◆ A atenuação fornecida pelo PA concha variou aproximadamente de 12 a 36 dB entre as bandas de frequência avaliadas, com média de 22,9 dB;
- ◆ Em relação à ocorrência de subproteção, 30% da amostra não recebem proteção adequada do PA;
- ◆ As maiores porcentagens de indivíduos com perda auditiva foram observadas dentre os indivíduos que não utilizavam o PA e/ou dentre os que tiravam o PA para conversar e/ou dentre os que relataram incômodo com o PA, embora esta associação não tenha sido estatisticamente significativa;
- ◆ Foi possível observar que a atenuação verificada para a amostra deste estudo foi semelhante aos valores fornecidos pelo fabricante do PA, com diferença estatisticamente significativa para as

frequências de 4000Hz e 8000Hz, sendo que o fabricante mostrou valores maiores.

8. ANEXOS

ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

APROVAÇÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de **13/11/2013**, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº **437/13** intitulado: **“AVALIAÇÃO DA EFETIVIDADE DOS PROTETORES AUDITIVOS EM UMA INDÚSTRIA DO INTERIOR DE SÃO PAULO”** apresentado pelo Departamento de FISIOTERAPIA, FONOAUDIOLOGIA E TERAPIA OCUPACIONAL

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar ao CEP-FMUSP, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 466/12, inciso IX.2, letra "c").

Pesquisador (a) Responsável: Alessandra Giannella Samelli
Pesquisador (a) Executante: Raquel Fornaziero Gomes

CEP-FMUSP, 18 de Novembro de 2013.

Prof. Dr. Paulo Eurípedes Marchiori
Vice-Coordenador
Comitê de Ética em Pesquisa

Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina
e-mail: cep_fm@usp.br

ANEXO B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. NOME:

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : SEXO : ☐ M ☐ F ☐

DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO Nº APTO:

BAIRRO: CIDADE:

CEP: TELEFONE: DDD (.....)

2. RESPONSÁVEL LEGAL:

NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.):

DOCUMENTO DE IDENTIDADE : SEXO: M ☐ F ☐

DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO: Nº APTO:

BAIRRO: CIDADE:

CEP: TELEFONE: DDD (.....)

DADOS SOBRE A PESQUISA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: "Avaliação da efetividade dos protetores auditivos em uma Indústria do interior de São Paulo"

PESQUISADOR : Alessandra Giannella Samelli / Raquel Fornaziero Gomes

CARGO/FUNÇÃO: Docente do curso de Fonoaudiologia da FMUSP / Mestranda do curso de Fonoaudiologia da FMUSP

INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº: 76142 / 17920

UNIDADE DO HCFMUSP: Faculdade de Medicina (Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional)

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO ☒ RISCO MÉDIO ☐

RISCO BAIXO ☐ RISCO MAIOR ☐

4. DURAÇÃO DA PESQUISA : 3 anos

INFORMAÇÕES AO SUJEITO

Os itens abaixo estão sendo informados para que você decida se quer participar do estudo.

O objetivo desta pesquisa é avaliar se os protetores auditivos estão protegendo efetivamente a sua audição. Para isso, você passará por alguns procedimentos descritos a seguir: 1) anamnese – entrevista simples, para conhecer seu estado de saúde; 2) meatoscopia – usando um equipamento, irei olhar seu canal auditivo; 3) audiometria tonal – você usará um fone de ouvido e escutará alguns apitos; levantará a mão toda vez que ouvi-los; 4) avaliação do protetor – você colocará o protetor auditivo na orelha, junto com um microfone bem pequeno, e outro microfone ficará preso à sua roupa; você não vai precisar fazer nada, apenas continuar trabalhando, pois o equipamento fará tudo sozinho.

É importante lembrar que nenhum dos procedimentos acima causam dor ou desconforto.

Não há benefícios diretos para você como participante do estudo, mas após a avaliação os resultados obtidos serão explicados e te ajudarão a usar melhor o protetor auditivo e ficar protegido contra o ruído do ambiente de trabalho.

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de dúvidas. O principal investigador é a Dra. Alessandra Giannella Samelli, que pode ser encontrada no Centro de Docência e Pesquisa em Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da USP, pelo telefone 11 3091-7459.

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Av. Dr. Arnaldo, 455 – Instituto Oscar Freire – 2º andar – tel: 3061-8004, FAX: 3061-8004 – e-mail: cep.fm@usp.br.

Despesas e compensações: não há despesas pessoais para você em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação.

Em caso de dano pessoal, diretamente causado pelos procedimentos ou tratamentos propostos neste estudo (nexo causal comprovado), você terá direito a tratamento médico na Instituição, bem como às indenizações legalmente estabelecidas.

Você pode desistir de participar da pesquisa a qualquer momento, sem nenhum prejuízo à continuidade do seu tratamento na instituição.

As informações obtidas serão analisadas em conjunto com outros pacientes, não sendo divulgada a identificação de nenhum paciente.

Os dados coletados serão utilizados somente para esta pesquisa.

CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo "**Avaliação da efetividade dos protetores auditivos em uma Indústria do interior de São Paulo**".

Eu discuti com a Dra. Alessandra Giannella Samelli sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

Assinatura do paciente ou representante legal Data: ____/____/____

Assinatura da testemunha Data: ____/____/____

para casos de pacientes menores de 18 anos, analfabetos, semi-analfabetos ou portadores de deficiência auditiva ou visual.

(Somente para o responsável do projeto)

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente ou representante legal para a participação neste estudo.

Assinatura do responsável pelo estudo Data: ____/____/____

ANEXO C - Questionário**QUESTIONÁRIO**

(AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DOS PROTETORES AUDITIVOS EM UMA INDÚSTRIA DO INTERIOR DE SÃO PAULO)

Data: ____/____/____ Entrevistador (a): _____

Funcionário (iniciais): _____ Cadastro SV102: _____

Sexo: ____ Idade: ____ Função: _____

Setor: _____ Tempo de trabalho no ruído: _____

1) Explique suas atividades:

2) Você utiliza EPI? Quais?

3) Com relação ao ruído, como você classificaria seu ambiente de trabalho?

() Extremamente ruidoso () Ruidoso () Pouco ruidoso () Silencioso

4) Das atividades que você desempenha, qual você considera que seja a mais ruidosa?

5) Em que situações você utiliza o protetor auditivo?

() Não utiliza () Só quando está produzindo ruído intenso

() Sempre que há ruído no ambiente () O tempo todo

6) Você tem o hábito de tirar o protetor auditivo para conversar com seus colegas?

7) O protetor auditivo te causa algum incômodo? Esse é o tipo de protetor que você considera mais confortável e/ou apropriado para sua função?

8) Você ouve bem? Se não, você acha que a audição piorou depois que começou a trabalhar no ruído?

9) Você tem zumbido?

10) Você já sentiu algum dos sintomas a seguir, depois de um dia de trabalho?

() Estresse

() Dor de cabeça

() Enjoo

() Insônia

() Tontura

() Outros: _____

11) Você tem algum problema de saúde? Qual?

**ANEXO D – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (mudança de
título)**

APROVAÇÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de 17 de Setembro de 2014, **APROVOU** o(s) documento(s) abaixo mencionado(s) no Protocolo de Pesquisa nº 437/13, intitulado: “Avaliação da efetividade dos protetores auditivos em uma indústria do interior de São Paulo” apresentado pelo DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA, FONOAUDIOLOGIA E TERAPIA OCUPACIONAL.

•Mudança de título para: “Avaliação da eficácia dos protetores auditivos, utilizando “Microphone in real Ear (MIRE)”

Pesquisador (a) Responsável: Alessandra Giannella Samelli

CEP-FMUSP, 17 de Setembro de 2014

**Prof. Dr. Roger Chammas
Coordenador
Comitê de Ética em Pesquisa**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEL, SM; SASS-KORTSAK, A; KIELAR, A. **The effect of earmuff attenuation of other safety gear worn in combination.** Noise&Health, v.5, n.17, p.1-13, 2002.

ALALI, K; CASALI, JG. **Auditory backup alarms: distance-at-first detection via in-situ experimentation on alarm design and hearing protection effects.** Work, 2012.

ARAÚJO, SA. **Perda auditiva induzida pelo ruído em trabalhadores de metalúrgica.** Revista Brasileira de Otorrinolaringologia, v. 68, n. 1, p. 47-52, 2002.

AUGUSTO NETO, N. **Verificação dos Níveis de Atenuação de Protetores Auriculares do tipo Concha, utilizando Microfone Sonda.** Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. Bauru, 2007.

BARBIERI, R; NUNES, MJG. **SMS Saúde – Meio Ambiente – Segurança; Uma Integração Estratégica; Novos Tempos, Novos Desafios.** Boletim Técnico, SiNiCESP, n.1, São Paulo, Janeiro, 2013.

BEHAR, A. **Field evaluation of hearing protectors.** Noise Control Eng. J., v.24, p.13-18, 1985.

BEHAR, A. **Hearing Protection Devices: Do We Choose and Use Them Properly?** Hearing Review, 2007.

BERGER, EH. **Details of real world hearing protector performance as measured in the laboratory.** In *INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings* (v. 1981, n.1, pp. 147-152). Institute of Noise Control Engineering. June, 1981.

BERGER, EH. **Can real-world hearing protector attenuation be estimated using laboratory data.** Sound & Vibration, v. 22, n. 12, p. 26-31, 1988.

BERGER, EH.; FRANKS, JR.; LINDGREN, F. **International review of field studies of hearing protector attenuation.** In: Scientific basis of noise-induced hearing loss, p. 361-377, 1996.

BERGER, EH; FRANKS, JR; BEHAR, A; CASALI, JG; DIXON-ERNST, C; KIEPER, RW; MERRY, CJ; MOZO, BT; NIXON, CW; OHLIN, D; ROYSTER, JD; ROYSTER, LH. **Development of a new standard laboratory protocol for estimating the field attenuation of hearing protection devices. Part III. The validity of using subject-fit data.** J. Acoust. Soc. Am., v.103, n.2, p.665-672, 1998.

BERGER, EH. **Preferred Methods for Measuring Hearing Protector Attenuation**. Rio de Janeiro: Internoise – environmental Noise control. 2005.

BERGER, EH. **Introducing F-MIRE Testing - Background and Concepts**, Indianapolis: **E•A•R / Aearo Technologies**, E•A•RCALSM Laboratory, 2007

BERGER, EH.; VOIX, J.; KIEPER, RW. **Methods of Developing and Validating a Field-MIRE Approach for Measure Hearing Protector Attenuation**. Savannah, Georgia: 32nd Annual Conference of the National Hearing Conservation Association, 2007; Spectrum, v.24, n.1, 2007.

BERGER, EH.; VOIX, J.; HAGER, LD. **Methods of fit testing hearing protectors, with representative field test data**. Hearing loss: 9th International Congress on Noise as a Public Health Problem (ICBEN) 2008, Foxwoods, CT. 2008.

BERGER, EH; VOIX, J; KIEPER, RW; COCQ, CL. **Development and validation of a field microphone-in-real-ear approach for measuring hearing protector attenuation**. Noise and Health, v.13, p. 163-175, 2011.

BISTAFA, SR. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. Blucher, 2ª edição. São Paulo, 2011.

BOCKSTAEL, A.; KEPPLER, H.; DHOOGHE, I.; D'HAENENS, W.; MAES, L.; PHILIPS, B.; VINCK, B. **Effectiveness of hearing protector devices in impulse noise verified with transiently evoked and distortion product otoacoustic emissions**. Int J Audiol, v. 47, n.3, p.119-33, 2008.

BRAMATTI L, MORATA TC, MARQUES JM. **Ações educativas em programa de conservação auditiva**. Revista CEFAC, v.10, n.3, 398-408, 2008.

BRANDOLT, PRM. **Análise Das Características Acústico/Mecânico dos Protetores Auditivos**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2001.

Brasil. Ministério da Saúde. **Perda Auditiva Induzida por Ruído**. Capítulo 5 – Saúde do Trabalhador, Protocolos de Complexidade Diferenciada. Brasília, DF, 2006.

Brasil. Ministério do Trabalho. **Portaria nº 3.214**, 8 de Junho de 1978. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/legislacao/portaria-n-3-214-de-08-06-1978-1.htm> (Acesso em: 25 de Fevereiro de 2012).

BYRNE, DC; DAVIS, RR; SHAW, PB; SPECHT, BM; HOLLAND, AN. **Relationship between comfort and attenuation measurements for two types of earplugs**. Noise&Health, v.13, n.51, p.86-92, 2011.

CAMARGO, LOS. **Surdez: Fim do Silêncio.** In: PIMENTA, AL; CATISTRANO FILHO, D. Saúde do Trabalhador . São Paulo: Editora Hicitec, 1988. p. 84-105.

CANETTO, P. **Hearing protectors: topicality and research needs.** International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, v.15, n.2, p.141-153, 2009.

CASALI, JG; PARK, MY. **Laboratory versus field attenuation of selected hearing protectors.** Sound and Vibration. October/ 1991.

CASALI, JG; ROBINSON, GS. **Effect of electronic ANR and conventional hearing protectors in vehicle backup alarm detection in noise.** Human Factors, v.46, n.1. Spring/ 2004.

COMITÊ NACIONAL DE RUÍDO E CONSERVAÇÃO AUDITIVA. **Perda auditiva induzida por ruído relacionada ao trabalho.** *Boletim*, São Paulo, n.1, 29 jun.1994. Revisto em 14 nov. 1999.

COSTA, CB; GAMA, WU; MOMENSOHN-SANTOS, TM. **Eficácia do Protetor Auditivo de Inserção em Programa de Prevenção de Perdas Auditivas.** Intl Arch Otorhinolaryngol; 13(3): 281-286. 2009.

DANIELL, WE; SWAN, SS; MCDANIEL, MM; CAMP, JE; COHEN, MA; STEBBINS, JG. **Noise exposure and hearing loss prevention programs after 20 years of regulations in the United States.** Occup Environ Med, v.63, 343–51, 2006.

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

ELLENBECKER, MJ. **Engineering controls as an intervention to reduce worker exposure.** American Journal of Industrial Medicine, v.29, n.4, p.303-307, 1996.

FELDMAN, AS; GRIMES, CT. **Hearing Conservation in Industry.** Baltimore. The Williams & Williams, 1985.

FIORINI, AC; NASCIMENTO, PES. **Programa de Prevenção de Perdas Auditivas.** In: NUDELMANN, AA et al. *Pair – Perda Auditiva Induzida pelo Ruído*: volume II. Rio de Janeiro: Revinter, 2001.

FUNDACENTRO. **NHO 01 – Procedimento técnico: Avaliação da exposição ocupacional ao ruído.** 2001.

GERGES, SNY. **Ruído: Fundamentos e Controle**. Florianópolis: NR Editora; 2000.

GERGES, SNY. **Protetores Auditivos**. Florianópolis: NR Editora; 2003.

GONÇALVES, CGO.; IGUTI, AM. **Análise de programas de preservação da audição em quatro indústrias metalúrgicas de Piracicaba, São Paulo, Brasil**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v.22, n.3, 609-618, Mar. 2006.

GONÇALVES, CGO; COUTO, CM; CARRARO, JM; LEONELLI, BS. **Avaliação da colocação de protetores auriculares em grupos com e sem treinamento**. Rev. CEFAC. v.11, n.2, 345-352, Abr-Jun 2009.

GROENEWOLD, MR; MASTERSON, EA; THEMANN, CL; DAVIS, RR. **Do hearing protectors protect hearing?** American Journal of Industrial Medicine, v.57, p.1001-1010, 2014.

GUERRA, MR; LOURENÇO, PMC; BUSTAMANTE-TEIXEIRA, MT; ALVES, MJM. **Prevalência de perda auditiva induzida por ruído em empresa metalúrgica**. Rev. Saúde Pública, v.39, n.2, p.238-244, 2005.

GUIDA, HL; MORINI, RG; CARDOSO, ACV. **Audiological evaluation in workers exposed to noise and pesticide**. Brazilian Journal of Otorhinolaryngology, v.76, n.4, p.423-427, 2010a.

GUIDA, HL; DINIZ, TH; CHAGAS, PSC; KINOSHITA, SK. **Perfil audiológico em policiais militares do estado de São Paulo.** Arq. Int. Otorrinolaringol., v.14, n.4, p.426-432, 2010b.

GUIDA, HL; DINIZ, TH; KINOSHITA, SK. **Acoustic and psychoacoustic analysis of the noise produced by the police force firearms.** Brazilian Journal of Otorhinolaryngology, v.77, n.2, p.163-170, 2011.

HAGER, L. **Individual fit testing of hearing protectors: a case of study.** Presented at American Industrial Hygiene Conference and Expo in Minneapolis, MN, 2008.

HAGER, LD. **Fit-testing hearing protectors: An idea whose time has come.** Noise&Health, v. 13, n.51, p.147-151, 2011.

HSU, YL; HUANG, CC; YO, CY; CHEN, CJ; LIEN, CM. **Comfort evaluation of hearing protection.** Int. J. Ergon., v.33, p.543-551, 2004.

JOSEPH, A; PUNCH, J; STEPHENSON, M; PANETH, N; WOLFE, E; MURPHY, W. **The effects of training format on earplug performance.** Int. J. Audiol., v.46, p.609-618, 2007.

KWITKO, A; PEZZI, RG. **Revisão crítica da Norma Regulamentadora nº7.**

1. Tabela de Fowler. 2. Perda auditiva bilateral. Rev. Brasileira de Saúde Ocupacional, v.23, p.93-99, 1993.

LEÃO, RN; DIAS, FAM. **Perfil audiométrico de indivíduos expostos ao ruído atendidos no núcleo de saúde ocupacional de um hospital de Montes Claros – MG.** Rev. CEFAC v.12, n.2, São Paulo, Mar./Apr. 2010.

MARQUES, FP; COSTA, EA. **Exposição ao ruído ocupacional: alterações no exame de emissões otoacústicas.** Revista Brasileira de Otorrinolaringologia, v. 72, n. 3, p. 362-366, Maio/Jun. 2006.

MARTINS, JPF; MAGALHÃES, MC; SAKAE, TM; MAGAJEWSKI, FCL. **Avaliação da perda auditiva induzida por ruído em músicos de Tubarão-SC.** Arquivos Catarinenses de Medicina, v. 37, n. 4, p. 69-74, 2008.

MERLUZZI, F; CORNACCHIA, L; PARAGINI, G; TERRANA, T. **Metodologia di esecuzione del controllo dell'udito dei lavoratori esposti a rumore.** Nuovo Archivio Italiano di Otologia, v.7, n.4, p. 695-714, 1979.

MICHAEL, K; BLOYER, C. **Hearing protector attenuation measurement on the end-user.** Apresentado no *National Hearing Conservation Association Annual Conference* em Atlanta, GA 2007. Available from: <http://www.michaelassociates.com>

(Products>FitCheck>Presentations>NHCA1999). Último acesso em Janeiro/2015.

MIRANDA, CR; DIAS, CR. **Perda auditiva induzida pelo ruído em trabalhadores em Bandas e Trios Elétricos de Salvador, Bahia.** Revista Brasileira de Otorrinolaringologia, v. 64, n. 5, p. 495-504, set./out. 1998.

NEITZEL, R; SEIXAS, NS. **The effectiveness of hearing protectors among construction workers.** J. Occup. Environ. Hyg., v.2, p.227-238, 2005.

NEITZEL, R; SOMERS, S; SEIXAS, NS. **Variability of real-world hearing protector attenuation measurements.** Ann. Occup. Hyg., v.50, n.7, pp.679-691, 2006.

NEITZEL, R; MEISCHKE, H; DANIELL, WE; TRABEAU, M; SOMERS, S; SEIXAS, NS. **Development and pilot test of hearing conservation training for construction workers.** Am J Ind Med, v. 51, n.2, p.120-9, 2008.

NÉLISSE, H; GAUDREAU, MA; BOUTIN, J; VOIX, J; LAVILLE, F.
Measurement of hearing protection devices performance in the workplace during full-shift working operations. Ann. Occup. Hyg., v. 56, n. 2, p. 221-232, 2012.

NEVES, EB; SOALHEIRO, M. **A Proteção Auditiva Utilizada Pelos Militares Do Exército Brasileiro: Há Efetividade?** Ciênc. saúde coletiva, v.15, n.3, Rio de Janeiro. Maio/ 2010.

NIOSH - National Institute for Occupational Safety and Health. **Preventing occupational hearing loss – a practical guide.** DHHS Pub., p. 96-110, 1996.

NIOSH - National Institute For Occupational Safety And Health. **Criteria for a Recommended Standard Occupational Exposure to Hand-Arm Vibration.** U. S. Department of Health and Human Services, Cincinnati, Ohio, Sep/ 1998.

OSHA - Occupational Safety and Health Administration. **Occupational safety and health standards: occupational noise exposure.** Washington DC: Office of the Federal Register, 2000.

PARK, MY; CASALI, JG. **An empirical study of comfort afforded by various hearing protection devices: laboratory versus field results.**

Applied Acoustics, v.34, p.151-179, 1991a.

PARK, MY; CASALI, JG. **A controlled investigation of in-field attenuation performance of selected insert. earmuff, and canal cap hearing protectors.** *Human Factors*; v.36, n.6. December/ 1991b.

PFEIFFER, M; ROCHA, RLO.; OLIVEIRA, FR; FROTA, S. **Intercorrência audiológica em músicos após um show de rock.** *Revista CEFAC*, São Paulo, v. 9, n. 3, p. 423-429, jul./set. 2007.

PIZZATTO, E; GARBIN, CAS; AMADEI, M. **Perfil dos acidentes de trabalho ocorridos no município de Araçatuba-SP nos anos de 2000 e 2001.** *Rev. bras. saúde ocup.* [online], v.29, n.110, 2004.

RIFFEL, G; GERGES, S. **Desenvolvimento de um sistema para medição e avaliação da atenuação dos protetores auditivos: estudo de caso comparativo em laboratório e em campo.** Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis/SC, 2001.

ROBERTSON, C; KERR, M; GARCIA, C; HALTERMAN, E. **Noise and Hearing Protection.** *AAOHN Journal*, v.55, n.4, 153-60, 2007.

ROCHA, CH; SANTOS, LHD; MOREIRA, RR; NEVES-LOBO, IF; SAMELLI, AG. **Verificação da efetividade de uma ação educativa sobre proteção auditiva para trabalhadores expostos a ruído.** J. Soc. Bras. Fonoaudiol., v. 23, n.1, p.38-43, 2011.

RODRIGUES, MAG; DEZAN, AA; MARCHIORI, LLM. **Eficácia da escolha do protetor auditivo pequeno, médio e grande em programa de conservação auditiva.** Revista CEFAC, v. 8, p. 543. 2006.

ROSLER, G. **Progression of hearing loss caused by occupational noise.** Scand Audiol., v.23, p.13-37, 1994.

SAMELLI, AG; FIORINI, AC. **Saúde Coletiva e Saúde do Trabalhador: prevenção de perdas auditivas.** In: Academia Brasileira de Audiologia. (Org.). Tratado de Audiologia. São Paulo: Ed. Santos, 2011.

SAMELLI, AG; MOREIRA, RR. **Saúde auditiva do trabalhador: uma intervenção necessária.** In: MARCHESAN, IQ; SILVA, HJ; TOMÉ, MC (Org). Tratado das especialidades em fonoaudiologia. São Paulo: Guanabara Koogan, p. 1046-1052, 2014.

SANTOS, AS; JUNIOR, NC. **Brainstem evoked response in bus drivers with noise-induced hearing loss.** Brazilian Journal of Otorhinolaryngology, v. 75, n.5, p. 753-759, 2009.

SHULTER, AH. **OSHA's hearing conversation amendment and the audiologist.** ASHA, v.26, p.39-43, 1984.

SCHULZ, TY. **Individual fit-testing of earplugs: A review of uses.** Noise&Health, v. 13 n.51, p.152-162, 2011.

SILVA, LF. Ruído, ultrassom e infrassom. *In:* MENDES, R. **Patologia do trabalho.** São Paulo. Atheneu, 3ª edição, p.351-379. 2013.

STEWART, A. **Chapter 6: Program overview and administration.** In: Berger, EH; Royster, LH; Driscoll, DP; Layne, ML; editors. The noise manual. 5ª edição. US: American Industrial Hygiene Association, p.150-164, 2000.

TOIVONEN, M; PÄÄKKÖNEN, R; SAVOLAINEN, S; LEHTOMÄKI, K. **Noise attenuation and proper insertion of earplug into ear canals.** Ann. Occup. Hyg.; v.46, n.6, pp. 527-530. 2002.

TSUKADA, T; SAKAKIBARA, H. **A trail of individual education for hearing protection with an instrument that measures the noise attenuation effect of wearing earplugs.** Industrial Health, v.46, p.393-396, 2008.

VERBEEK, JH; KATEMAN, E; MORATA, TC; DRESCHLER, WA; MISCHKE, C. **Interventions to prevent occupational noise-induced hearing loss.** *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2012, Issue 10. Art. No.: CD006396. DOI: 10.1002/14651858.CD006396.pub3.

VERGARA, EF.; STEFFANI, J.; GERGES, SNY.; PEDROSO, M. **Avaliação da exposição de operadores de teleatendimento a ruído.** *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, 31 (114): 161-172, 2006.

VIEIRA, KG. **Perda da força sofrida pelo arco do equipamento de proteção individual auricular tipo concha de acordo com o tempo de utilização.** Monografia (Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho), Unesp, Bauru/SP, 2003.

VOIX, J; LAVILLE, F. **The objective measurement of individual earplug field performance.** *Acoustical Society of America*, v. 125, n. 6, p. 3722-3732, June/2009.

ZHENG, Y; GIGUÈRE, C; LAROCHE, C; SABOURIN, C; GAGNÉ, A; ELYEA, M. **A Psychoacoustical Model for Specifying the Level and Spectrum of Acoustic Warning Signals in the Workplace.** *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, v.4, p.87–98, 2007.

ZIMPFER, V; SARAFIAN, D. **Impact of hearing protection devices on sound localization performance.** Front Neurosci, v.11, n.8, p.1-10, 2014.

WILLIAMS, SC; RABINOWITZ, PM. **Usability of a daily noise exposure monitoring device for industrial workers.** Ann. Occup. Hyg., v.56, n.8, p.925-933, 2012.

WILLIAMS, W. **Is it reasonable to expect individuals to wear hearing protectors for extended periods?** International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, v.15, n.2, p.175-181, 2009.

WHO - World Health Organization. **Occupational and community noise.** Geneva: World Health Organization; 2001.