

ÁUREA OTONI DE OLIVEIRA CANHA

**O EFEITO DO ESPECTRO DE RUÍDO OCUPACIONAL NA AUDIÇÃO DE
TRABALHADORES EM DIVERSAS ATIVIDADES NO DISTRITO FEDERAL**

BRASÍLIA, 2011

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

**O EFEITO DO ESPECTRO DE RUÍDO OCUPACIONAL NA AUDIÇÃO DE
TRABALHADORES EM DIVERSAS ATIVIDADES NO DISTRITO FEDERAL**

**Tese apresentada como requisito parcial
para a obtenção do título de Doutor em
Ciências da Saúde pelo Programa de
Pós-Graduação em Ciências da Saúde
da Universidade de Brasília.**

**Orientadora:
Prof.^a Dr.^a Anadergh Barbosa de Abreu
Branco**

**BRASÍLIA
2011**

ÁUREA OTONI DE OLIVEIRA CANHA

**O EFEITO DO ESPECTRO DE RUÍDO OCUPACIONAL NA AUDIÇÃO DE
TRABALHADORES EM DIVERSAS ATIVIDADES NO DISTRITO FEDERAL**

Tese apresentada como requisito parcial
para a obtenção do título de Doutor em
Ciências da Saúde pelo Programa de
Pós-Graduação em Ciências da Saúde da
Universidade de Brasília.

Aprovado em/...../.....

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Anadergh Barbosa de Abreu Branco
Universidade de Brasília - UnB

Prof. Dr.Sérgio Luiz Garavelli
Universidade Católica de Brasília - UCB

Prof. Dr.Fayez Bahmad Jr.
Universidade de Brasília - UnB

Prof.^a Dr.^a Fg.^a Isabella Monteiro de Castro
Universidade Planalto do Distrito Federal - UNIPLAN

Prof.^a Dr.^a Maria da Graça Luderitz Hoefel
Universidade de Brasília - UnB

Prof.^a Dr.^a Helena Eri Shimizu
Universidade de Brasília - UnB

*Dedico este trabalho
ao meu pai, exemplo de disciplina e
dedicação ao que faz,
e aos meus filhos, Mateus e Letícia.*

AGRADECIMENTOS

Muitas foram as pessoas que, conscientes ou não da sua importância neste processo de construção do conhecimento, ajudaram-no a tornar-se viável e, por isso e muito mais, merecem meus mais sinceros agradecimentos.

Cláudio Augusto Canha, meu marido, pelo carinho e compreensão.

Tia Lourdes, por proporcionar-me a continuidade deste trabalho, acreditando no meu potencial e compromisso.

Aos meus pais, Rubens e Solange, por me ensinarem que só é sábio aquele que consegue transmitir seus conhecimentos.

À Prof.^a Dr.^a Anadergh Barbosa-Branco, minha orientadora, pelo apoio, e compreensão nos momentos difíceis da minha vida.

Fg.^a Ms. Marlene Escher Boger, colega de trabalho e amiga, por sua participação na coleta dos dados e elaboração do banco de dados.

Fg.^a Dr.^a Priscila Lobo, pela disponibilidade e apoio constantes, durante todos os passos desta tese.

Fg.^a Mônica Ramos da Silva Bitar, colega e grande amiga, pelo carinho, paciência e apoio intermináveis.

Fg.^a Ms. Giovanna Sabóia, amiga de tantas horas e colega da UNIPLAN.

Dr. Sebastião José da Rocha Neto, médico do trabalho e otorrinolaringologista, pela valiosa troca de conhecimentos durante este processo.

Prof. Dr. Sérgio Luiz Garavelli, físico e professor, e seus alunos Humberto, César, Eduardo e Márcio, responsáveis pela viabilização e desenvolvimento das avaliações espectrais da análise ambiental, além da extrema atenção dispensada.

Dr.^a Marilda Grabowski, que me auxiliou a manter meus propósitos.

Ms.Silvana Cristina Hohmann Prestes da Silva, servidora da Universidade Federal do Paraná-UFPr, pela acolhida na UFPr.

Prof.^a Dr.^a Helena Eri Shimizu, por assumir junto a FAP-SUS a responsabilidade administrativa do projeto na sua fase inicial.

Dr. Carlos Uribe e Eduardo Bolicenha Simm, pela colaboração na análise dos dados estatísticos deste estudo.

Georges Antoun Bitar Jr., pela acolhida em sua casa e apoio na elaboração de alguns gráficos.

Denise Cury, revisora e formatadora deste trabalho.

Ivany Aparecida Belo e Lucimara do Nascimento, pela disponibilidade e apoio constante no cuidado com meus filhos enquanto eu estudava.

À funcionária da Secretaria de Pós-graduação em Ciências da Saúde, Edigrês Alves de Sousa, pela paciência e atenção constantes.

Aos empresários e trabalhadores que aceitaram participar da pesquisa, possibilitando sua concretização.

À banca examinadora.

Ao CNPq, pela bolsa concedida e FAP-SUS pelo financiamento deste estudo.

A Deus que foi meu refúgio e minha fortaleza durante todo este processo.

Finalmente, a todos que direta ou indiretamente participaram de mais uma realização na trajetória da minha vida.

RESUMO

Introdução: A utilização dos analisadores de frequências indica a pressão sonora para cada frequência presente no ruído. Esse procedimento associado à avaliação dos limiares audiométricos em altas frequências pode auxiliar na prevenção dos danos auditivos. **Objetivo:** Verificar a associação entre o espectro de ruído e a configuração audiométrica em trabalhadores e analisar a utilidade clínica do uso de audiometria de alta frequência. **Método:** Estudo clínico-epidemiológico, do tipo analítico-transversal, realizado no Distrito Federal, no período de 2008-2009. Realizaram-se avaliação ambiental do ruído em empresas de diferentes ramos de atividade econômica e avaliação audiológica (convencional e de alta frequência) em 347 trabalhadores, precedidas de anamnese ocupacional. **Resultados:** A análise espectral revelou picos nas frequências de 8kHz no ramo metalúrgico, 4kHz em marmoraria e 2kHz em madeireira. A presença de entalhe sugestivo de perda auditiva induzida por ruído (PAIR) entre os trabalhadores foi de 55,3% na avaliação audiométrica convencional e de 78,0%, na de altas frequências, A média dos limiares auditivos aumentou com o aumento da frequência. Na análise *pos hoc*, verificou-se que as frequências de 14kHz ($p=0,011$) e 16kHz ($p=0,015$) apresentaram diferenças significativas entre os ramos de atividade, sendo a metalúrgica a de maior prevalência. **Conclusão:** A relação entre o nível equivalente de pressão sonora (L_{eq}), em 8kHz e 16kHz, e o tipo de configuração audiométrica identificado pode ser evidenciada principalmente no ramo metalúrgico, que apresentou espectro numa frequência alta (8kHz), sugerindo que as características físicas do ruído podem ser o principal fator de risco na presença de entalhes auditivos. A realização da audiometria de alta frequência foi determinante para a identificação desses comprometimentos. Por isso, a avaliação auditiva sistemática do trabalhador nas frequências de 9-20kHz e a avaliação ambiental identificando o espectro de ruído podem contribuir na identificação precoce de danos auditivos.

Palavras-chave: perda auditiva induzida por ruído; audiometria de alta frequência, medição do ruído; monitoramento do ruído, prevenção.

ABSTRACT

Introduction: The use of frequency analyzers indicates the sound pressure for each noise frequency. This procedure associated to the evaluation of audible thresholds in high frequencies may support preventing hearing damage. **Objective:** To verify the association between noise spectrum and the audiometric configuration in workers and to analyze the clinical utility of high-frequency audiometry. **Method:** Clinico-epidemiological study, from the cross-sectional analytical type, performed in the Federal District (Brazil), in 2008 and 2009. Environmental evaluation of noise was made in companies from different economical activity branches and audiological evaluations (conventional and high-frequency) were made in 347 workers, preceded by occupational anamnesis. **Results:** The spectrum analysis revealed peak at 8Hz in the metallurgic industry, peak at 4Hz in marble industry and at 2Hz in the wood industry. The notch suggestive of noise-induced hearing loss (NIHL) among workers was 55.3% in the conventional audiometric evaluation, and 78.0% in the high-frequency audiometric evaluation. The average of audible thresholds raised at the highest evaluated frequencies. In the *pos hoc* analysis, it was verified that the 14 kHz ($p=0.011$) and 16 kHz ($p=0.015$) frequencies presented significant differences among the activity branches, being the metallurgic industry with highest prevalence. **Conclusion:** The relation between the equivalent sound pressure level (L_{eq}), at 8kHz and 16kHz, and the identified type of audiometric configuration can be evidenced mainly in the metallurgic branch, that presented spectrum at a high frequency (8kHz), suggesting that the physical characteristics of noise may be the main risk factor with the presence of hearing notch. The performance of high-frequency audiometry was decisive to identify these exposures. Therefore, the systematic auditory evaluation in workers at 9-20kHz frequencies and environmental evaluation identifying noise spectrum can contribute to identify precocious hearing damage.

Key words: noise-induced hearing loss (NIHL), high-frequency audiometry, noise measurement, noise monitoring, prevention.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação gráfica da forma de onda do tom puro	21
Figura 2 - Representação gráfica da forma de onda do ruído	21
Figura 3 - Representação gráfica do espectro sonoro de alguns sons reais	22
Figura 4 - Ponderação A, B, e C em decibéis por frequência	23
Figura 5 - Evolução da PAIR de acordo com o tempo na função	28
Figura 6 - Média \pm erro padrão dos resultados da audiometria convencional na amostra	63
Figura 7 - Média \pm erro padrão dos resultados da audiometria de alta frequência na amostra	64
Figura 8 - Média \pm erro padrão dos resultados da audiometria nas frequências 14 e 16kHz dBNA para cada ramo de atividade	65
Figura 9 - Média de limiares dBNA auditivos dos trabalhadores segundo ramo de atividade econômica - Distrito Federal - 2008-2009	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Frequências centrais e de corte padronizadas dos filtros de oitava....	22
Tabela 2 -	Saída mínima e máxima do audiômetro interacoustic AD-40, calibrado em dBNA (Padrões ANSI 1969), nas frequências de 9kHz a 16kHz.....	46
Tabela 3 -	Características demográficas dos Trabalhadores e uso de tabaco (n=347) - Distrito Federal - 2008-2009	49
Tabela 4 -	Distribuição da amostra, segundo as características laborais (n=347) - Distrito Federal - 2008-2009	49
Tabela 5 -	Distribuição do nível equivalente de pressão sonora (L_{eq}) em bandas de oitava	50
Tabela 6 -	Nível equivalente de pressão sonora (L_{eq}), nível de exposição diária (L_{exp}), dose e tempo de exposição máxima tolerada segundo os ramos de atividade econômica - Distrito Federal - 2008-2009	50
Tabela 7 -	Distribuição das queixas auditivas registradas na anamnese - Distrito Federal - 2008-2009.....	51
Tabela 8 -	Análises de força de associação entre as queixas auditivas e o ramo de atividade econômica - Distrito Federal - 2008-2009.....	52
Tabela 9 -	Distribuição da queixa <i>dificuldade para ouvir</i> segundo o ramo de atividade econômica e o resultado do teste chi-quadrado - Distrito Federal - 2008-2009.....	52
Tabela 10 -	Distribuição da queixa <i>otalgia</i> segundo o ramo de atividade econômica e o resultado do teste chi-quadrado - Distrito Federal - 2008-2009.....	53
Tabela 11 -	Distribuição da queixa <i>vertigem</i> segundo o ramo de atividade econômica e o resultado do teste chi-quadrado - Distrito Federal - 2008-2009.....	53
Tabela 12 -	Distribuição da queixa <i>zumbido</i> segundo o ramo de atividade econômica e o resultado do teste chi-quadrado - Distrito Federal - 2008-2009.....	53

Tabela 13 - Identificação do zumbido segundo sua frequência, lateralidade, duração e tipo do sintoma - Distrito Federal - 2008-2009.....	54
Tabela 14 - Identificação da presença de zumbido, segundo faixa etária dos trabalhadores - Distrito Federal - 2008-2009.....	54
Tabela 15 - Identificação da presença de zumbido entre os trabalhadores segundo o tempo na função - Distrito Federal - 2008-2009	55
Tabela 16 - Uso referido do equipamento de proteção individual auricular pelos trabalhadores, segundo o ramo de atividade econômica - Distrito Federal - 2008-2009.....	55
Tabela 17 - Uso referido do equipamento de proteção individual EPI auricular pelos trabalhadores, segundo a faixa etária - Distrito Federal - 2008-2009.....	55
Tabela 18 - Distribuição das variáveis relacionadas aos resultados audiométricos (N=694) dos quatro ramos de atividade econômica - Distrito Federal - 2008-2009	57
Tabela 19 - Associação (teste chi-quadrado) entre as variáveis ramo de atividade econômica e presença de entalhe auditivo, segundo a frequência - Distrito Federal - 2008-2009.....	57
Tabela 20 - Prevalência de entalhe na frequência de 8kHz segundo o ramo de atividade econômica - Distrito Federal - 2008-2009	58
Tabela 21 - Prevalência de entalhe na frequência de 12kHz segundo o ramo de atividade econômica - Distrito Federal - 2008-2009	58
Tabela 22 - Prevalência de entalhe na frequência de 14kHz segundo o ramo de atividade econômica - Distrito Federal - 2008-2009	58
Tabela 23 - Prevalência de entalhe na frequência de 16kHz segundo o ramo de atividade econômica - Distrito Federal - 2008	58
Tabela 24 - Análises de associação entre ramo de atividade e entalhe auditivo sugestivo de PAIR segundo a faixa etária dos trabalhadores - Distrito Federal - 2008-2009.....	59
Tabela 25 - Prevalência de entalhe audiométrico na frequência de 9kHz segundo o ramo de atividade e a faixa etária - Distrito Federal - 2008-2009	59

Tabela 26 - Análises de associação entre o ramo de atividade e a presença de entalhe auditivo sugestivo de PAIR segundo o tempo na função - Distrito Federal - 2008-2009.....	60
Tabela 27 - Prevalência de entalhe na frequência de 8kHz segundo o ramo de atividade e o tempo na função - Distrito Federal - 2008-2009....	61
Tabela 28 - Prevalência de entalhe na frequência de 12kHz segundo e o ramo de atividade e o tempo na função - Distrito Federal - 2008-2009	61
Tabela 29 - Prevalência de entalhe na frequência de 14kHz segundo o ramo de atividade e o tempo na função - Distrito Federal - 2008-2009	61
Tabela 30 - Prevalência de entalhe na frequência de 16kHz segundo o ramo de atividade e o tempo na função - Distrito Federal - 2008-2009	62
Tabela 31 - Comparação entre os limiares audiométricos e os resultados da análise espectral, segundo as bandas de oitavas de frequências e os ramos de atividade econômica - Distrito Federal - 2008-2009	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANSI	- American National Standards Institute
B	- Bel
CA	- Certificado de aprovação
CC*	- coeficiente de contingência corrigido
CIPA	- Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
CLT	- Consolidação das Leis do Trabalho
D	- dose diária de ruído
dB	- Decibel
DF	- Distrito Federal
DP	- desvio padrão
EOAE	- Emissões Otoacústicas Evocadas
EPI	- Equipamento de Proteção Individual
FAP	- Fundação de Amparo à Pesquisa
fc	- Frequência central
fi	- Frequência de corte inferior
fs	- Frequência de corte superior
gt	- Graus de liberdade
Hz	- Hertz
ISO	- International Organization for Standardization
kHz	- kilohertz
L_{crit}	- Nível critério
L_{eq}	- Nível equivalente de pressão sonora
L_{exp}	- Nível de exposição diária
$L_p(t)$	- Nível sonoro no instante t
min	- Minuto
NA	- Nível de audição
NB	- Norma Brasileira
NHO	- Norma de Higiene Ocupacional
NIOSH	- National Institute for Occupational Safety and Health
NPS	- Nível de Pressão Sonora

NR	- Norma Regulamentadora
NRRsf	- Nível de redução de ruído – “subject fit”
OMS	- Organização Mundial da Saúde
OSHA	- Occupational Safety and Health Administration
Pa	- Pascal
PAINPSE	- Perda Auditiva Induzida por Níveis de Pressão Sonora Elevados
PAIR	- Perda Auditiva Induzida por Ruído
PAIRO	- Perda Auditiva Induzida pelo Ruído Ocupacional
PCA	- Programa de conservação auditiva
PCMSO	- Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional.
PPRA	- Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
s	- Segundo
SESMT	- Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho
SUS	- Sistema único de saúde
T	- Intervalo de tempo de registro
T ₀	- Tempo para a jornada de trabalho
T _{exp}	- Tempo médio de exposição diária
T _t	- Tempo máximo de exposição tolerado
UnB	- Universidade de Brasília
uPa	- Unidade Pascal
X ²	- chi-quadrado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOM	19
1.2	ANÁLISE ESPECTRAL	20
1.3	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO RUÍDO	23
1.4	AVALIAÇÃO AUDIOLÓGICA DO TRABALHADOR	25
1.5	PERDA AUDITIVA INDUZIDA POR RUÍDO – PAIR	27
1.5.1	Características da PAIR	28
1.5.2	Associação entre Zumbido e PAIR	30
1.5.2.1	Fatores Associados à PAIR	32
1.6	MEDIDAS PREVENTIVAS	32
1.6.1	Equipamento de Proteção Individual (EPI)	33
1.7	LEGISLAÇÃO RELACIONADA À EXPOSIÇÃO AO RUÍDO	35
1.8	EPIDEMIOLOGIA DA PAIR	36
2	OBJETIVOS	39
2.1	OBJETIVO GERAL	39
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	39
3	MÉTODO	40
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	40
3.1.1	Caracterização dos Trabalhadores	41
3.2	PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS	41
3.2.1	Avaliação Ambiental	42
3.2.1.1	Aferição dos Níveis de Pressão Sonora (NPS)	42
3.3	COLETA DE DADOS DOS TRABALHADORES	43
3.3.1	Entrevistas Individuais	44
3.3.2	Avaliação Audiológica	44
3.3.3	Local dos Exames	44
3.3.4	Os Equipamentos	45
3.3.5	Protocolo de Testes	45
3.3.5.1	Classificação do Exame	46
3.4	PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE DOS DADOS	47
4	RESULTADOS	48

4.1	AVALIAÇÃO DO AMBIENTE	49
4.2	AVALIAÇÃO CLÍNICA	51
4.3	AVALIAÇÃO AUDIOLÓGICA.....	56
4.3.1	Audiometrias	62
4.3.1.1	Audiometria Convencional (0,25 – 8kHz).....	62
4.3.1.2	Audiometria de Alta Frequência (9 – 16kHz)	63
5	DISCUSSÃO	68
6	CONCLUSÃO	75
6.1	SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES.....	75
	REFERÊNCIAS	78
	ANEXO A - MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL POR NÍVEL DE PRESSÃO SONORA, ANEXO I DA NR 15, PORTARIA 3.214/78/MT	93
	ANEXO B - PROCESSO DE ANÁLISE DE PROJETO DE PESQUISA	94
	ANEXO C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – DOCENTE	96
	ANEXO D - CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS PARTICIPANTES	97
	ANEXO E - MODELO DE CARTA ENVIADA AS EMPRESAS - AVALIAÇÃO AUDIOLÓGICA	101
	ANEXO F - MODELO DE CARTA ENVIADA AS EMPRESAS - AVALIAÇÃO AMBIENTAL	102
	ANEXO G - ANAMNESE	103
	ANEXO H - ARTIGOS PUBLICADOS	107

1 INTRODUÇÃO

O ruído é um dos agentes de risco mais encontrados nas diversas atividades profissionais, seja em serviços privados ou públicos, de pequeno ou de grande porte, tanto no setor industrial quanto em locais de lazer e esportes. Além da máquina que o trabalhador manuseia, o ambiente oferece uma gama de ruídos, mais ou menos intensos, mais ou menos constantes, que constroem um ruído ambiente característico.

O avanço da industrialização tem contribuído para que os trabalhadores se exponham, cada vez mais e por mais tempo, a ruídos produzidos por máquinas e equipamentos. Além desses, a que o trabalhador fica exposto no seu ambiente de trabalho, somam-se os tradicionais ruídos oriundos da exposição cotidiana, muitas vezes de difícil controle. Dependendo do tempo de exposição do trabalhador a ruídos que apresentem intensidades acima de 85dB(A), a sua audição pode correr riscos.

As alterações auditivas ocasionadas pelo ruído produzido no ambiente de trabalho agregam um fator negativo na qualidade de vida do trabalhador, comprometendo suas relações sociais devido às dificuldades de comunicação que são geradas, principalmente em condições acústicas não ideais (festas, reuniões) ou em situações específicas como cinema, televisão, rádio, teatro (1, 2). Como consequência dessa realidade, verifica-se, cada vez mais, um crescente interesse, por parte dos profissionais da área, no desenvolvimento e na implementação de programas para controlar esse agente agressivo e preservar a audição dos trabalhadores.

Nos Estados Unidos e na Europa, na década de 1940, houve um grande incentivo aos trabalhos científicos referentes à perda auditiva ocupacional, devido ao alto custo social e econômico das indústrias, decorrente dos constantes processos judiciais e indenizatórios (3). No Brasil, até os anos 80, as publicações sobre a audição e o ruído eram bem limitadas. Os primeiros estudos referiam-se, predominantemente, ao trabalhador da aviação civil e militar (4).

Na última década, observou-se maior preocupação com a avaliação de riscos inerentes à função e ao ambiente de trabalho, tanto por parte dos trabalhadores quanto das empresas (5). Hoje é possível encontrar, na literatura científica, uma grande diversidade de pesquisas sobre os danos causados pelo ruído na saúde do trabalhador. Esses estudos apontam efeitos tanto auditivos quanto extra-auditivos (6-11).

Os danos auditivos decorrentes da exposição ao ruído começam, em geral, de forma discreta e temporária; porém, com o aumento da intensidade e (ou) tempo de exposição, tornam-se permanentes e irreversíveis (12-14). Esses danos, quando ocasionados pela exposição no ambiente de trabalho, caracterizam uma doença do trabalho conhecida por PAIR (Perda Auditiva Induzida Por Ruído), PAIRO (Perda Auditiva Induzida pelo Ruído Ocupacional) ou PAINPSE (Perda Auditiva Induzida por Níveis de Pressão Sonora Elevados (15). Neste estudo, é utilizado o termo PAIR por ser o mais difundido e conhecido por órgãos representativos, como a Sociedade Brasileira de Otorrinolaringologia, o Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva e nas normas brasileiras.

O trabalhador com PAIR apresenta rebaixamento dos limiares auditivos, principalmente nas frequências agudas, e, conseqüentemente, comprometimento da sua habilidade de perceber e diferenciar sons. Além disso, pode ser verificada também a presença de zumbido, cefaleia, insônia, otalgia, distúrbios gástricos e desatenção (6-9, 16).

Para o estabelecimento da avaliação da nocividade do ruído, o profissional deve estabelecer os limiares auditivos e fatores de risco do seu ambiente de trabalho, e investigar as características pessoais dos trabalhadores, como, por exemplo, a sua suscetibilidade individual ao ruído, a sua faixa etária e os fatores genéticos (5, 17-20).

As doenças do trabalho relacionadas com a audição caracterizam-se como um problema de saúde pública. Embora irreversíveis, são passíveis de prevenção primária (21) e, cessada a exposição ao fator de risco, a perda auditiva deixa de progredir (22, 23).

O monitoramento ambiental de ruído auxilia no levantamento de dados para a classificação acústica de unidades operacionais, permitindo a identificação dos locais e equipamentos mais ruidosos, reunindo informações para a seleção e otimização dos protetores auditivos individuais (21, 24-25).

O grau de nocividade do ruído está relacionado a aspectos ambientais que podem ser quantificados e qualificados com base em algumas características do som como sua intensidade, o tipo de espectro, a duração e a distribuição da exposição ao ruído durante a jornada de trabalho (3, 22).

Essas medidas podem ser obtidas com a utilização de medidores de nível de pressão sonora, acoplados a analisadores de frequência. Esses equipamentos mostram o nível de pressão sonora (NPS) correspondente à faixa de frequência selecionada

(espectro sonoro). A definição do espectro sonoro do espaço em avaliação permite a seleção e o dimensionamento dos materiais isolantes e absorventes do ruído (26), ajudando na orientação de medidas de controle.

As características físicas do ambiente de trabalho também podem ser mensuradas, levando-se em consideração se o local é fechado ou aberto, quais os tipos de materiais que compõem este local e qual a distância do trabalhador em relação à fonte sonora.

Na prática, verifica-se que, em algumas empresas, as medidas de prevenção de perdas auditivas têm apenas o objetivo de cumprir a lei. Em um estudo epidemiológico transversal, realizado em 30 indústrias de diferentes atividades econômicas da cidade de Curitiba, verificou-se que as medições de ruído são realizadas, no mínimo, anualmente e que, muitas vezes, a execução deste trabalho é designada a uma empresa terceirizada. Utilizam-se, basicamente, o medidor de nível de pressão sonora e, com menor frequência, o dosímetro (27).

As normas brasileiras de segurança e medicina do trabalho estabelecem critérios que permitem promover a saúde e proteger a integridade do trabalhador em local de trabalho. Sendo assim, não há, de forma explícita, definição de que forma deve ser feita a medição do ruído. Para isso, estão estabelecidos parâmetros mínimos e diretrizes gerais a serem observados na execução do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA (28-30).

A avaliação audiológica é um dos exames para o controle da audição do trabalhador, sendo a mais utilizada no Programa de Conservação Auditiva – PCA (31). A audiometria é o registro gráfico do limiar de audibilidade a diferentes frequências do som (de 0,125 a 8kHz). Porém, com a evolução da audiologia ocupacional, pesquisas mais recentes têm sugerido a utilização da audiometria de alta frequência (acima de 8kHz) como um recurso clínico que agrega sensibilidade à avaliação e permite a detecção precoce de problemas cocleares (32-34).

Em Roma, ao se compararem os resultados obtidos na audiometria convencional com os da audiometria de alta frequência, em 184 trabalhadores expostos ao ruído e 98 não expostos, observou-se que os limiares tonais encontravam-se significativamente mais elevados nas altas frequências ($p < 0,05$), no grupo de trabalhadores expostos ao ruído. Os pesquisadores concluíram que o uso desta técnica propiciou a detecção precoce da perda auditiva entre os trabalhadores (35).

Apesar de, na última década, terem sido produzidas muitas pesquisas avaliando os efeitos do ruído na saúde do trabalhador (9, 21, 36-38), estudos utilizando a combinação do monitoramento ambiental com o biológico ainda são escassos. A análise do espectro de frequência no ambiente de trabalho deveria ser mais explorada no setor industrial (39).

Considerando essa lacuna, o objetivo do presente estudo foi o de investigar se seria possível estabelecer a relação, que se acredita existir, entre o tipo de espectro de ruído apresentado em diferentes ramos de atividade econômica e a configuração audiométrica dos trabalhadores. Além disso, este trabalho também comparou as informações obtidas com a aplicação da audiometria de alta frequência aos resultados obtidos com a audiometria convencional dos trabalhadores que participaram deste estudo.

O conhecimento mais aprofundado destes indicadores certamente poderá, no futuro, contribuir para uma melhoria tanto nos processos de avaliação do ruído e seus efeitos na saúde do trabalhador no direcionamento das medidas preventivas a serem adotadas.

1.1 PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOM

O som pode ser definido como sendo um fenômeno físico gerado por uma energia vibratória que é transmitida por ondas de pressão no ar ou outro meio que o propague.

Denomina-se vibração sonora a vibração cuja frequência está compreendida entre 16kHz e 20kHz, de forma que possa sensibilizar a orelha humana íntegra (40). A percepção desta energia vibratória é considerada um fenômeno psicoacústico.

O som é transmitido de forma periódica e sua velocidade depende das características do meio em que se propaga (41). Pode ser descrito com base em dois fatores: a sua frequência e a sua intensidade.

Entende-se por frequência do som a repetição de um deslocamento completo (ciclo) de aproximação e afastamento das moléculas. O número de ciclos que ocorrem em um segundo é expresso em Hertz (Hz) ou Quilohertz (kHz) (40). As frequências mais altas correspondem a sons mais agudos e as mais baixas, a sons mais graves.

A intensidade do som é a energia que atravessa uma área em intervalo de tempo. Também pode ser expressa em função da amplitude, que é a medida do afastamento máximo das partículas materiais de sua posição de equilíbrio. A unidade de medida relativa da intensidade do som é o decibel (dB), que é a décima parte do bel (B) (41). O nível de pressão sonora (NPS) é a medida física que considera como padrão de referência a menor intensidade de energia audível: 20Pa (0dB) (42).

A definição de ruído é subjetiva, não encontrando equivalência na Física (26). O ruído (do latim *rugidu*, que significa estrondo) é a ausência da periodicidade das ondas sonoras, além de não apresentar relações harmoniosas entre as frequências e seus componentes (43, 44).

A natureza do ruído refere-se à distribuição da energia sonora durante o tempo. Dessa forma, a Norma Regulamentadora NR 15, Anexo 1, do Ministério do Trabalho e Emprego classifica o ruído como contínuo ou intermitente e de impacto (30).

Segundo a NR 15 da Portaria n.º 3.214 (30) e a norma da FUNDACENTRO (26, 45), o ruído contínuo ou intermitente é aquele em que o nível de pressão sonora varia 3dB durante um período longo (mais de 15 min) de observação. Entende-se como ruído de impacto ou impulsivo aquele que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1 s, com intervalos superiores a 1 s, entre si.

1.2 ANÁLISE ESPECTRAL

O ruído caracteriza-se por uma onda aperiódica cujo espectro é contínuo, incluindo todas as frequências (46). É a combinação de duas ou mais ondas que não são harmônicas. As ondas podem ser representadas graficamente, mostrando sua amplitude em função do tempo, o que não se aplica aos sons complexos (Figuras 1 e 2).

As Figuras 1 e 2 mostram a diferença espectral entre o tom puro e o ruído. O ruído industrial é, geralmente, de faixa espectral ampla.

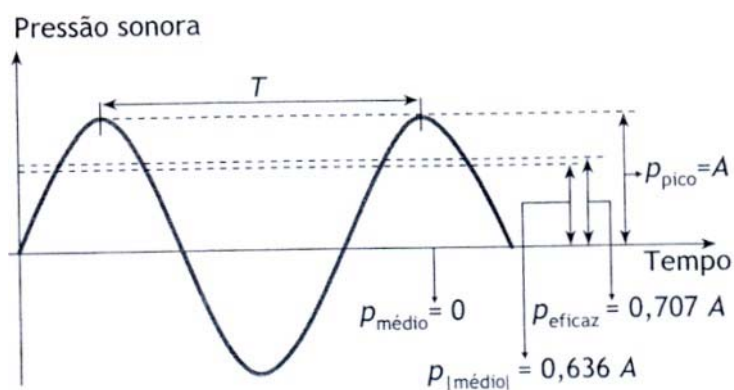


Figura 1 - Representação gráfica da forma de onda do tom puro (47)

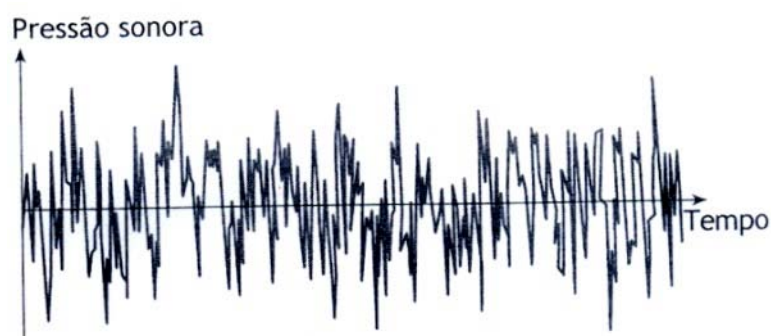


Figura 2 - Representação gráfica da forma de onda do ruído (47)

A representação das ondas pelo seu espectro mostra a amplitude em função da frequência (46), e um dos instrumentos de medição acústica utilizado pode ser a banda de frequência. Com a medida do espectro sonoro é possível saber o valor eficaz da pressão sonora para cada frequência presente no ruído (47).

Dessa forma, verifica-se que a análise espectral do ruído é a informação de como a energia sonora distribui-se em frequências. Para isto, são usados filtros do tipo *passa-banda*. Os filtros *passa-banda* geralmente utilizados são os de oitava, que se caracterizam pela frequência central (f_c), frequência de corte inferior (f_i) e frequência de corte superior (f_s) (47) (Tabela 1).

Tabela 1 - Frequências centrais e de corte padronizadas dos filtros de oitava (47)

Limite inferior (Hz)	Frequência central (Hz)	Limite superior (Hz)
11	16	22
22	32,5	44
44	63	88
88	125	177
177	250	355
355	500	710
710	1.000	1.420
1.420	2.000	2.840
2.840	4.000	5.680
5.680	8.000	11.360
11.460	16.000	22.720

Os sons encontrados na natureza são sons complexos, pois são compostos por inúmeros tons puros de variadas intensidade e frequências. O conjunto dessas frequências que compõem esses sons corresponde ao espectro de frequências (40). Na Figura 3, é possível verificar o espectro sonoro de alguns sons reais. Percebe-se, em cada exemplo, que a representação espectral atingiu um tipo de configuração, o que significa que há diferença de espectro em cada tipo de som, e no ambiente industrial isto também é passível de verificação.

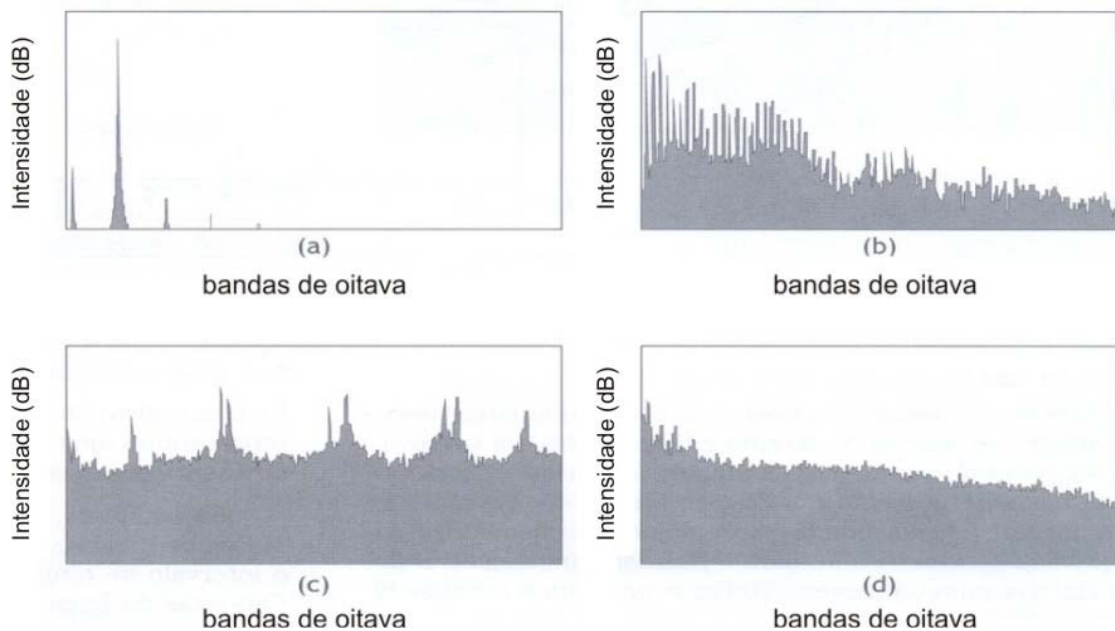


Figura 3 - Representação gráfica do espectro sonoro de alguns sons reais (47)

Nota: (a) assovio; (b) nota musical de saxofone; (c) campainha de telefone; (d) ruído de caminhão.

1.3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO RUÍDO

A intensidade do ruído pode ser medida por sua amplitude, energia ou pressão (40). A medida do nível de pressão sonora é feita, internacionalmente, em escalas padronizadas (circuitos de compensação). Alguns valores de ponderação são utilizados para avaliar o ganho sonoro por frequência, com notação em decibéis (dB(A), dB(B) e dB(C)). Normas internacionais e do Ministério do Trabalho e Emprego adotam a compensação A na avaliação de ruído contínuo ou intermitente, devido à maior aproximação com a resposta da orelha humana (48). Daí porque o ruído ambiental é indicado em dB(A) (Figura 4).

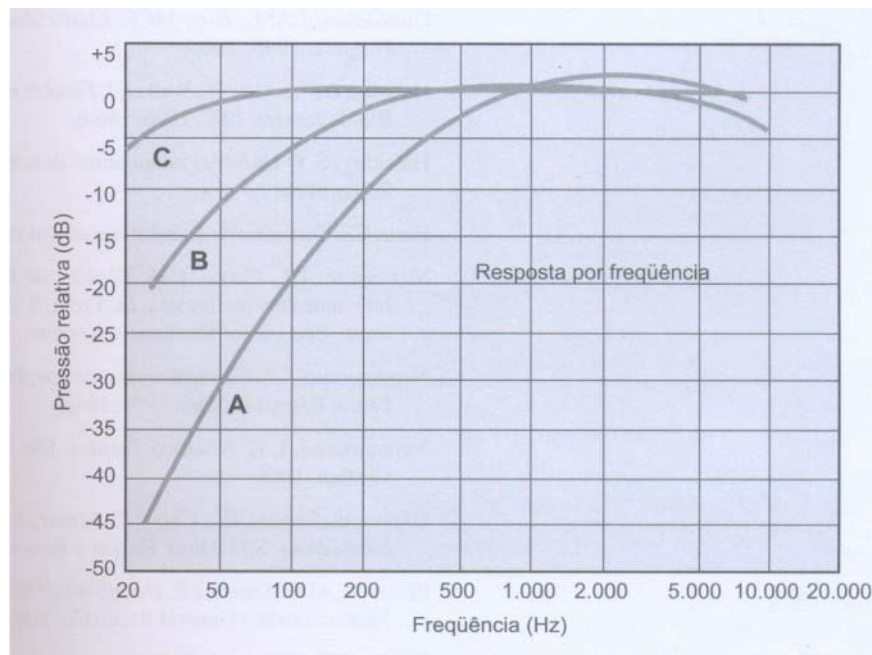


Figura 4 - Ponderação A, B, e C em decibéis por frequência (49)

Ao avaliar os efeitos do ruído deve-se observar o nível de pressão sonora a que o trabalhador expõe-se ao longo de sua jornada de trabalho, sendo que o objetivo desta avaliação é identificar os grupos expostos a risco de perda auditiva. Assim, são necessários instrumentos para avaliar o ruído na empresa. Estão disponíveis no mercado calibradores, dosímetros e analisadores de frequências acoplados a medidores de nível de pressão (47), os quais permitem o mapeamento de setores ruidosos por meio de medidas instantâneas ou de curta duração, em pontos determinados.

Os medidores de nível de pressão sonora são instrumentos utilizados para medir o nível de pressão sonora (NPS) instantâneo (26). Têm como objetivo identificar e localizar fontes de ruído dominantes (47).

A dosimetria é capaz de determinar a média dos níveis de pressão sonora ponderada no tempo ou dose equivalente (50), fornecendo uma leitura final da dose acumulada e L_{eq} a que o trabalhador está exposto durante a jornada de trabalho. O dosímetro é um aparelho portátil, leve, com microfone, que pode ser colocado perto da orelha, no bolso da camisa, na cintura ou no capacete (51).

A avaliação da dosimetria consiste no mapeamento dos setores de produção da empresa com ruído superior a 85dB(A), por meio de medições instantâneas ou de curta duração, em pontos específicos. Registra-se o nível equivalente (L_{eq}) e compara-se este com os parâmetros estabelecidos na norma em vigor, indicando o quanto a dose de ruído passou de 100% (45, 50).

Essa avaliação permite a dosagem de ruído ou efeito combinado e o nível equivalente de pressão sonora (L_{eq}), auxiliando o perito na determinação exata da exposição do trabalhador, de forma contínua ou intermitente, quando os níveis de pressão sonora forem variáveis durante a jornada de trabalho (26).

Para registros de nível de pressão sonora deve-se procurar por um nível médio durante o período de registro. Uma das formas de se calcular é por meio da expressão cujo resultado é denominado nível equivalente (L_{eq}) (47), sendo representado pela equação 1:

$$L_{eq} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \int_0^T 10^{L_p(t)/10} dt \right] \text{ (dB)}$$

Sendo:

$L_p(t)$ - o nível sonoro no instante t ,

T - o intervalo de tempo de registro e quando $L_p(t)$ é o nível sonoro A-ponderado então a unidade de L_{eq} será dB(A).

Os medidores de nível de pressão sonora acoplados a analisadores de frequência têm a finalidade de fornecer, como resultado, o nível de pressão sonora (NPS) correspondente à faixa de frequência selecionada (espectro sonoro). Os analisadores

de frequência podem ser encontrados em banda de oitava, terço de oitava, meia de oitava, sendo a primeira a forma mais utilizada em higiene industrial (26).

O analisador de frequência auxiliará na orientação de medidas de controle como selecionar e dimensionar os materiais isolantes e absorventes do ruído, além de calcular a atuação dos protetores auriculares. Este equipamento fornece o espectro sonoro em dB linear e dB(A) (26).

1.4 AVALIAÇÃO AUDIOLÓGICA DO TRABALHADOR

A vibração sonora que chega à orelha externa é transmitida mecanicamente às estruturas internas e transformada em estimulação nervosa para que possa ser percebida. O componente responsável pela análise do som é a cóclea, na qual se encontra o órgão sensorial da audição, o órgão de Corti (52).

Quando as vibrações sonoras atingem o órgão de Corti, a membrana basilar vibra de maneira não uniforme, e para cada ponto desta membrana serão produzidos movimentos de amplitude máxima de acordo com a frequência do estímulo. Nesta distribuição tonotópica da membrana basilar, os sons agudos localizam-se na base e os graves no ápice (41). A ampliação do movimento da membrana basilar faz com que as células ciliadas internas se movimentem na direção da membrana tectória, gerando impulsos nervosos, permitindo que a informação possa ser transmitida ao córtex auditivo (53).

A sensibilidade auditiva de um indivíduo com audição normal varia de 0,02 a 20kHz e a intensidade de 0dB(A) até 140dB(A) (49). O órgão auditivo é bastante sensível a sons de altas intensidades e pode ser comprometido se for frequentemente estimulado. Por isso, para o controle da saúde auditiva do trabalhador que está normalmente exposto a ruídos intensos, as empresas devem realizar exames audiológicos na admissão, demissão, mudança de função, além dos exames periódicos, conforme determina a Norma Regulamentadora n.º 7 (Portaria n.º 24, de 29/12/1994 do Ministério do Trabalho e Emprego) (54). A comparação dos resultados de exames auditivos, quando efetuada regularmente, possibilita a detecção da necessidade de mudanças e (ou) reforços nas intervenções propostas pelo PCA (28).

Para avaliar a audição do trabalhador, existem diferentes tipos de exames, desde os fisiológicos, como emissões otoacústicas, a testes comportamentais ou psicoacústicos, como a audiometria tonal (41). A audiometria tonal é o teste convencionalmente mais utilizado no setor industrial. Este teste analisa os resultados obtidos nas frequências de 0,25kHz a 8kHz, permitindo verificar a detecção da perda auditiva e a caracterização do tipo e grau nestas frequências.

O teste de audiometria em alta frequência também é um exame comportamental que foi desenvolvido há poucas décadas, e sua utilização ainda é pouco frequente, pois requer audiômetros específicos que permitem a investigação das frequências de 9kHz a 20kHz, além das que são habitualmente testadas na audiometria convencional. Este teste tem-se mostrado um instrumento útil na tentativa de aperfeiçoar as avaliações dos danos decorrentes da exposição ao ruído (55-60).

Pesquisas mais recentes apontam uma sensibilidade maior nos exames de alta frequência (de 9kHz a 20kHz), a detecção precoce de problemas cocleares (33). Um estudo com 187 trabalhadores expostos a ruído ocupacional e 52 não expostos, analisando as frequências de 10 a 18kHz, revelou que a realização do exame de alta frequência pode oferecer maior fidedignidade nos estágios iniciais da PAIR, antes mesmo de atingir alguma frequência da audiometria convencional (61).

Sendo assim, a audiometria convencional apresenta limitações na avaliação e diagnóstico das alterações auditivas, pois avalia apenas as frequências de 0,25kHz a 8kHz (32, 35). Ao analisar um grupo de adultos jovens (25-35 anos) sem riscos de apresentar presbiacusia e outro com adultos de meia-idade (45-55 anos), todos com audição normal pela audiometria convencional, verificou-se que o grupo mais velho apresentou limiares audiométricos, significativamente aumentados ($p < 0,001$) na alta frequência em comparação com o grupo mais jovem (62).

Em uma indústria vidreira de Brasília-DF, foi efetuado o estudo do perfil audiométrico na frequência de 12kHz, em 60 trabalhadores do sexo masculino, com idade entre 18 e 49 anos. Os trabalhadores foram agrupados conforme a exposição ou não. Essa pesquisa revelou que os trabalhadores expostos ao ruído ocupacional apresentaram a média dos limiares em 12kHz (95%), significativamente piores que a média obtida pelos trabalhadores que não haviam sido expostos a ruído (5%), porém não foram verificadas diferenças significativas nos resultados obtidos nas frequências de 0,25 a 8kHz em nenhum dos grupos. Esses resultados demonstram que a prática da

audiometria em altas frequências pode ser um instrumento de detecção precoce de perda auditiva mais eficiente que a audiometria convencional (32, 33, 35, 61, 62).

Apesar dos benefícios que a testagem audiológica com audiometria de alta frequência pode oferecer, ainda há alguns aspectos que geram problemas para a realização deste teste. Dentre eles, destacam-se a variabilidade que existe entre os indivíduos, devido às diferenças estruturais do meato acústico externo, a pré-calibração dos fones por uma razão mecanoacústica e a idade, que influenciam nas respostas para as altas frequências (63).

1.5 PERDA AUDITIVA INDUZIDA POR RUÍDO – PAIR

Equipamentos e máquinas produzem ruídos quando estão em funcionamento, razão pela qual sua presença em alta intensidade é um fato corriqueiro em ambientes de trabalho de alguns segmentos da indústria (46).

Estudos demonstraram que a saúde do trabalhador pode ser afetada quando ele for constantemente exposto ao ruído em nível elevado em seu ambiente de trabalho. O prejuízo à sua saúde envolve tanto efeitos fisiológicos como psicológicos (37, 38, 64-67).

No Brasil, a NR 15, Anexo I, do Ministério do Trabalho e Emprego (30) fixa o tempo diário máximo permitido para cada nível de pressão sonora. Para os fins desta Norma, entende-se por “limite de tolerância” a concentração ou intensidade máxima ou mínima relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará dano à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral. Sendo assim, o limite de tolerância pode representar as condições sob as quais a maioria dos trabalhadores expostos não sofreria efeitos adversos à sua capacidade de ouvir e de entender uma conversação normal.

Ainda, segundo essas normas, um ruído de intensidade acima de 115dB(A) não é permitido para trabalhadores que não estejam adequadamente protegidos (30). A exposição prolongada e constante a ruídos acima de 85dB(A), sem o uso do protetor auditivo, pode trazer sérias consequências à saúde humana, ocasionando, além de lesões auditivas devido à sobrecarga nas células ciliadas (36), exaustão física,

hipertensão, estresse, alterações patológicas no ritmo cardíaco, zumbido, alterações mecânicas, químicas e metabólicas do órgão sensorial auditivo (68-70).

As alterações auditivas são apontadas como uma das mais frequentes doenças relacionadas ao trabalho (22), podendo afetar o rendimento do trabalho, provocar acidentes e diminuir a qualidade do desempenho nas tarefas complexas (69).

De acordo com o National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH (71), a combinação do ruído com agentes físicos ou químicos (vibração, solventes, monóxidos de carbono, drogas ototóxicas e chumbo) pode acelerar o processo de perda auditiva.

1.5.1 Características da PAIR

As perdas auditivas ocasionadas por exposição ao ruído são irreversíveis, de instalação lenta e progressiva. Geralmente atingem o seu nível máximo para as frequências de 3, 4 e 6kHz nos primeiros 6 a 10 anos de exposição, sob condições estáveis de ruído (15, 72). Na Figura 5, é possível verificar a evolução da PAIR com o passar dos anos na função, num ambiente com intensidade acima de 85dB(A).

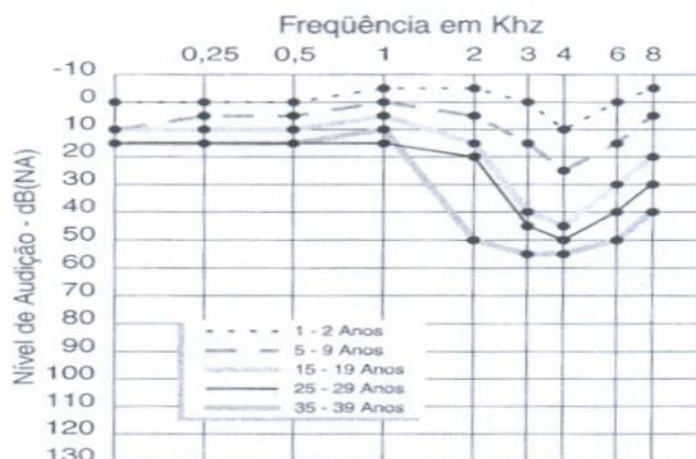


Figura 5 - Evolução da PAIR de acordo com o tempo na função (50)

As alterações auditivas da PAIR são predominantemente cocleares. Inicialmente, são afetadas as células ciliadas externas do órgão de Corti, em seguida, as células

ciliadas internas e, posteriormente, os neurônios cocleares. Quando estas células são danificadas, passam a ter a sua função comprometida (36, 73).

A variabilidade nesse tipo de perdas auditivas não depende exclusivamente das características físicas do som, mas sim de uma série de fatores endógenos, exógenos (22, 74-76) e fatores predisponentes que podem estar relacionados ao nível sonoro total (medido em dB), à distribuição espectral (distribuição da energia sonora por frequência), à duração e distribuição do ruído (exposição sonora durante um dia típico de trabalho) e à exposição cumulativa ao ruído em dias, semanas ou anos (77).

Nem sempre trabalhadores expostos a níveis equivalentes de pressão sonora pelo mesmo período de tempo vão apresentar o mesmo tipo de manifestações auditivas. A suscetibilidade individual está relacionada com o sexo, a idade, as doenças da orelha e os fatores genéticos (18, 20, 78). Pouco se sabe sobre os fatores genéticos, mas há estudos tentando identificar o gene que proporciona suscetibilidade na aquisição da PAIR. Os resultados obtidos na China, em um estudo epidemiológico transversal realizado em 93 trabalhadores com PAIR e 101 com audição normal, apontaram associação genética com o desenvolvimento da PAIR (80). Estudos semelhantes foram realizados por outros pesquisadores, que confirmaram tal associação (18, 19, 20, 79, 81, 82). Por exemplo, o estudo realizado na Inglaterra, a interação entre genética e fatores ambientais no surgimento da PAIR indica a associação entre um tipo de gene e PAIR num grupo de trabalhadores suecos e poloneses (18).

O perfil audiométrico da PAIR apresenta um entalhe inicial na frequência de 4kHz ou 6kHz; porém, com a continuidade da exposição ao ruído intenso, a lesão amplia-se para as outras frequências (22). Uma das hipóteses de o entalhe iniciar-se na frequência de 4kHz seria a intensificação do deslocamento do som na primeira curva coclear, que normalmente se localiza em torno desta frequência, causando uma colisão do fluido em razão do aumento da amplitude de deslocamento no ducto coclear. Outro fato seria a velocidade de propagação da onda sonora ser maior do que nas demais frequências, deixando-a mais vulnerável a lesões (3, 83).

Alguns autores, no entanto, têm demonstrado que a frequência de 6kHz é a mais afetada no início da PAIR (21, 35, 84, 85). Em marmorarias do Distrito Federal, no período entre 2001/2002, foram verificados maior prevalência e grau de perda auditiva na frequência de 6kHz, independentemente da faixa etária e do tempo de exposição (37). Outro estudo similar, realizado na cidade de Campinas (SP),

demonstrou que, dos trabalhadores com PAIR, 61,3% apresentaram alterações em 6kHz e 38,7%, em 4kHz (85).

Grande parte dos autores (22, 86, 87) confirma que as perdas auditivas ocupacionais são, normalmente, bilaterais e simétricas. Embora registrem-se casos que apontam para maior suscetibilidade da orelha esquerda na fase inicial da PAIR, esses achados precisam ser estudados de forma mais direcionada.

Em uma avaliação que envolveu 5.372 trabalhadores de 47 empresas do distrito industrial no Ceará, no ano de 2006, foi identificado um percentual de 19,0% de casos com alterações auditivas, dos quais 90,6% apresentaram perda auditiva neurossensorial. Além disso, verificou-se que os maiores percentuais foram constatados em trabalhadores com idade superior a 45 anos. Em relação à lateralidade da perda, 39,0% foi unilateral (88).

Vários estudos nacionais e internacionais identificam a associação entre o crescimento do percentual de audiogramas com alteração com o aumento da idade e dos anos de profissão ou tempo de exposição ao ruído (3, 63, 89-93). Isso foi demonstrado em um estudo realizado com motoristas de caminhão (N=75), em 2006, no Estado de São Paulo, em que 33,3% dos trabalhadores apresentaram audiogramas com alterações, sendo que a prevalência foi maior entre os trabalhadores com mais idade e com mais anos de profissão (94).

1.5.2 Associação entre Zumbido e PAIR

As queixas do trabalhador com PAIR são progressivas. A família é a primeira a perceber as dificuldades auditivas que o trabalhador apresenta e que, normalmente, tem dificuldade em aceitar a sua condição de ensurdecido (95).

O zumbido é a queixa mais encontrada entre os portadores de PAIR e consiste na percepção consciente de um som que se origina na orelha ou na cabeça do paciente, sem a presença de uma fonte externa geradora desse som (96). É considerado o terceiro pior sintoma que pode acometer o ser humano, sendo superado apenas pelas dores e tonturas intensas e intratáveis (97).

Ainda não existe um consenso em relação à sua fisiopatologia (98). Há quem o conceitue como a ausência de atividade vibratória ou mecânica correspondente nas orelhas média ou interna (99). Em alguns casos o tratamento físico tem proporcionado bons resultados na tentativa de eliminar a sua presença (100).

Segundo análise do National Institute of Health, realizada em 1996, 15% dos americanos apresentam algum tipo de zumbido. O Brasil ainda não dispõe de dados estatísticos confiáveis a este respeito (96).

O zumbido é um sintoma auditivo relatado com frequência pelos trabalhadores expostos a níveis elevados de pressão sonora (16, 101, 102). A prevalência de queixas de zumbido varia de 22,0%, em trabalhadores de um frigorífico (103), a 72,1%, que foi o percentual encontrado em motoristas de ônibus (85).

Em 2008, no Canadá, pesquisadores investigaram a relação PAIR e zumbido na qualidade de vida de trabalhadores de uma fábrica de aço e concluíram que os fatores como idade avançada, duração da exposição e intensidade elevada do ruído favorecem a presença de zumbido (104). Em 2010, em Beaver Dam, Wisconsin, um estudo da incidência do zumbido e os fatores de risco associados, realizado em 2.922 indivíduos com idades entre 48 e 92 anos, acompanhados durante 10 anos, verificou que 12,7% dessa população apresentaram zumbido, sendo o fumo (Risco Relativo RR=1,40) um dos fatores de risco mais encontrado entre os homens e a perda auditiva (RR=2,59) entre as mulheres (105). A questão da influência da idade relacionada ao zumbido também foi constatada em um estudo realizado no Serviço de Audiologia Clínica da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – FMUSP, em 2003. Os resultados dessa pesquisa indicaram que a idade elevada pode influenciar nos resultados dos limiares das frequências acima de 8kHz, tanto no grupo com zumbido quanto no grupo controle. Esses dados são sugestivos de redução na atividade de células ciliadas da região basal coclear nesses indivíduos (57).

1.5.2.1 Fatores Associados à PAIR

Já foi relatado que a intensidade da pressão sonora, a duração e as características da frequência do estímulo sonoro podem lesionar a cóclea, proporcionando uma PAIR e que a suscetibilidade individual e os fatores genéticos favorecem no surgimento do problema auditivo. Porém, eliminados tais fatores, a gravidade da perda auditiva ficaria na dependência de alguns outros fatores como a exposição a cigarro, vibração, produtos ototóxicos, entre outros (9, 25, 89, 106-108).

Em um estudo feito com 535 trabalhadores do sexo masculino, em uma metalúrgica no Nordeste do Brasil, verificou-se que 46,4% dos trabalhadores fumantes expostos ao ruído acima de 85dB(A) e com idade acima de 40 anos apresentaram perda auditiva sugestiva de PAIR, contra 6,1% dos trabalhadores não expostos ao ruído, não fumantes e com idade entre 20-40 anos (9). Outro estudo no mesmo ramo industrial avaliou 182 trabalhadores no Rio de Janeiro-RJ, entre os anos de 2001/2002, e verificou que a prevalência de casos sugestivos de PAIR foi maior entre os trabalhadores com história atual e (ou) pregressa de tabagismo (RP: 3,46) (91). Portanto, os efeitos do cigarro e o ruído ocupacional têm sido apontado como apresentando certo efeito sinérgico sobre o aparelho auditivo.

A exposição simultânea a ruído, vibração ou produtos químicos ototóxicos podem alterar a circulação sanguínea da orelha interna, deixando o trabalhador mais suscetível à perda auditiva (22). No Estado de Pernambuco, um estudo com 98 trabalhadores, com idade média de 41,6 anos (DP= 6,9) que foram expostos a ruído e inseticidas, verificou que, para o grupo exposto a inseticidas e ruído, a intensidade da perda auditiva foi maior do que no grupo apenas exposto a inseticidas (106).

1.6 MEDIDAS PREVENTIVAS

As medidas de controle do ruído podem ser realizadas de três maneiras distintas: na fonte, na trajetória e no homem (26).

O controle na fonte e na trajetória do ruído caracteriza medidas de proteção coletivas; já o controle no homem caracteriza medida de proteção individual. De acordo com a legislação vigente – NR 6, do Ministério do Trabalho e Emprego (48), as medidas coletivas devem preceder as individuais, e estas últimas devem ser reservadas à complementação das primeiras. Neste estudo foi considerado apenas o controle no homem, ou seja, as medidas de proteção individual representadas, principalmente, pelo uso do protetor auditivo.

1.6.1 Equipamento de Proteção Individual (EPI)

Os equipamentos de proteção auricular visam proteger o trabalhador de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho (48), os quais deveriam ser aplicados apenas quando as medidas de controle geral não conseguem reduções abaixo do nível de ação (109).

Todo protetor deve atenuar o ruído criando uma barreira para reduzir o som que chega por via aérea à membrana timpânica. O nível de proteção obtido dependerá do grau de vedação (110).

Alguns aspectos em relação ao protetor auditivo devem ser destacados: o EPI auricular pode ser encontrado em diferentes tipos, marcas, tamanhos e modelos como concha, *plug* moldável ou ainda acoplado ao capacete. A escolha dependerá de alguns critérios como: tipo de atividade desempenhada na empresa, atenuação necessária no setor, conforto para o usuário, qualidade, durabilidade e custo do protetor (91).

A eficiência de atenuação vai depender da capacidade que os protetores têm de amenizar os ruídos externos. No Brasil, esta medida de eficiência é realizada em laboratório, por meio de uma metodologia de ensaio, conforme o sugerido pela ANSI S12.6/1997 – método B, cujo resultado é denominado NRRsf (nível de redução de ruído – “subject fit”). O protetor auditivo só poderá ser posto à venda ou utilizado com a indicação do certificado de aprovação (CA), expedido pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego (111).

No entanto, a eficácia do protetor dependerá das características fisiológicas e anatômicas do usuário e a adequação das especificações do equipamento ao ambiente de trabalho, além da atenuação oferecida (110, 112).

A durabilidade e o desgaste do equipamento também interferem na sua eficiência, mas esta atenuação irá depender do uso, do tipo de trabalho e dos cuidados de higiene com o EPI que o trabalhador apresenta. A reposição desses equipamentos é uma exigência legal, e o período para a reposição de tais equipamentos deve ser monitorado (113). Devem ser substituídos ao menos a cada dois meses, ou antes, de acordo com o estado que se apresentam.

Na maioria das vezes, o EPI auricular não é supervisionado na sua colocação. A utilização do protetor auditivo pode levar a desconforto e dificultar, em algumas situações, a comunicação verbal e a localização direcional (71, 114-116). Por isso, deve-se conscientizar o usuário acerca dos benefícios deste equipamento, ensinar a maneira correta de sua colocação, para que o trabalhador possa aceitá-lo e, efetivamente, utilizá-lo em seu benefício.

Ao analisar o desempenho de diferentes tipos de protetores auditivos com 63 trabalhadores, de ambos os sexos, com idades entre 18 a 50 anos, na cidade de São Paulo, em 2001, os pesquisadores verificaram que, os trabalhadores que não usavam corretamente o EPI, tiveram uma diminuição considerável da aferição oferecida pelo protetor, e em relação ao tipo de protetor, observou-se que o modelo tipo *plug* pré-moldado teve maior atenuação nas altas frequências (3kHz e 6kHz) (117).

Quanto à eficácia da escolha do protetor auditivo, em relação ao tamanho do mesmo (pequeno, médio e grande), um estudo revelou maior eficácia do protetor adequado em comparação ao protetor tamanho universal/M, ao comparar as médias das frequências testadas de 0,5kHz a 8kHz, e ainda verificou uma melhora ($p < 0,05$) na frequência de 4kHz (116).

Portanto, para que o protetor auditivo atinja a sua eficiência, a seleção precisa ser realizada a partir de um trabalho individual, levando em consideração, além das características pessoais do usuário (formato da cabeça e rosto, tamanho do conduto auditivo), o tipo de atividade e compatibilidade do EPI às características físicas do ruído. Além disso, posteriormente, deve ser oferecido ao trabalhador treinamento sobre como utilizar adequadamente o seu EPI.

1.7 LEGISLAÇÃO RELACIONADA À EXPOSIÇÃO AO RUÍDO

A Consolidação das Leis do Trabalho (CLT, Decreto-lei n.º 5.452, de 01/05/43) (118) prevê, em seu Título II (Capítulo V), as normas de caráter geral da segurança e da medicina do trabalho para garantir a preservação da saúde dos trabalhadores e identificar os riscos ocupacionais com medidas preventivas, sistemáticas e contínuas.

Dentre as Normas Regulamentadoras (NR) do Ministério do Trabalho e Emprego, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho, destacam-se, para fins deste projeto, aquelas contidas na Portaria n.º 3.214, de 08/06/1978, diretamente relacionadas à exposição ao ruído (27, 118), em especial as NR 6, NR 7, NR 9, e NR 15.

A NR 6 trata dos equipamentos de proteção individual (EPI), mencionando os deveres do empregador e empregado, bem como o fornecimento de certificado de aprovação (CA) para o EPI em uso. Esta norma determina à empresa a obrigação de fornecer aos trabalhadores, gratuitamente, EPI adequado ao risco (de acordo com o disposto no Anexo I), exigir o uso, orientar e treinar o trabalhador quanto à adequação e conservação; bem como comunicar ao Ministério de Trabalho e Emprego qualquer irregularidade observada. Por outro lado, o trabalhador deve usar o EPI fornecido, cumprir com as determinações do empregado sobre o uso adequado, além de comunicar à empresa qualquer alteração que o torne impróprio para uso (111).

A NR 7 visa estabelecer os programas de controle médico de saúde ocupacional (PCMSO) e o programa deve ser de caráter preventivo em relação aos agravos à saúde imputados às empresas. Esta norma estabelece os parâmetros mínimos em relação à exposição ao ruído, define diretrizes e parâmetros de avaliação e a obrigatoriedade de audiometria anual (de referência e sequencial) para todos os trabalhadores expostos a ruídos com valores acima de 85dB(A) durante oito horas de trabalho diário (48, 119). Em 1998, a NR 7 foi complementada pela Portaria n.º 19, que estabelece os critérios para a realização e análise das audiometrias e determina diretrizes, parâmetros e periodicidade para avaliação e acompanhamento da audição dos trabalhadores expostos a níveis elevados de pressão sonora (120).

A NR 9 define o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) apontando os agentes físicos, químicos e biológicos capazes de causar danos à saúde do trabalhador. Destaca-se, aqui, o ruído como um agente físico que, em função de

sua natureza, intensidade e tempo de exposição, é capaz de afetar a saúde do trabalhador (28, 29).

A NR 15 trata das atividades e operações insalubres e apresenta tabela (Anexo A) que limita o tempo de exposição diária a ruído contínuo ou intermitente (30).

A legislação brasileira enfatiza a necessidade da implantação de programas de conservação da saúde dos trabalhadores, porém, na maioria das vezes não define o que deve abranger seu planejamento, nem estratégias de execução. Dessa forma, verifica-se que, em algumas empresas, o programa de conservação da audição tem o intuito de cumprir com as regras governamentais e (ou) reduzir custos das compensações trabalhistas (27).

Em relação à avaliação do ruído contínuo ou intermitente, em locais de trabalho que o ruído esteja acima de 85dB(A), a legislação trabalhista em vigor menciona as obrigações legais do empregador, ou seja, estabelece-se que a medição deste ruído deve ser em decibéis (dB), com o instrumento de nível de pressão sonora operando no circuito de compensação “A” e no circuito de resposta lenta (30). Sendo assim, cabe ao profissional da empresa selecionar o tipo de equipamento na avaliação ambiental.

1.8 EPIDEMIOLOGIA DA PAIR

A Organização Mundial da Saúde (OMS) chama a atenção para a importância da doença ocupacional nos países industrializados, e a mais relatada é a poluição sonora. Estima-se em 250 milhões o número de pessoas portadoras de perdas auditivas relacionadas ao trabalho (121). Esse tipo de alteração é considerado como a segunda forma mais comum de déficit auditivo sensorial, após a presbiacusia-perda auditiva por degeneração natural com avanço da idade (36).

Na década de 1980, a PAIR foi considerada a doença profissional mais frequente no mundo, e, na década de 1990, ainda esteve entre os principais problemas de saúde ocupacional (90).

Segundo a OSHA (Occupational Safety and Health Administration), cerca de um milhão de trabalhadores em indústrias nos EUA têm perda auditiva induzida por ruído, principalmente nas frequências de 1kHz a 3kHz (122).

Uma avaliação feita em quatro indústrias metalúrgicas em Piracicaba (1997 a 2001) mostrou diversas irregularidades no cumprimento da legislação relativa aos programas de controle médico de saúde ocupacional (PCMSO), referentes à prevenção de perdas auditivas. O estudo identificou falhas na incorporação dos padrões exigidos na lei: o monitoramento das avaliações ambientais e auditivas apresentava-se precário e o sistema de notificação dos casos de PAIR era ineficiente, comprometendo as estatísticas oficiais e o direcionamento de políticas públicas relacionadas ao tema (90).

Em 2002, foram registrados 10 milhões de casos de PAIR nos EUA (1), sendo que, no estado de Michigan, as alterações auditivas (PAIR) estavam presentes em cerca de 30% dos trabalhadores industriais (66). Na Polônia, calcula-se que dos cinco milhões de trabalhadores industriais mais de 650 mil apresentem PAIR (13%) (123). Em São Paulo, a poluição sonora e o estresse auditivo constituem a terceira maior causa de doenças relacionadas ao trabalho (64).

Em uma avaliação audiológica de motoristas de transporte urbano, em veículo com o motor localizado na parte dianteira, observou-se que estes, por ficarem mais expostos ao ruído, tornam-se mais propensos ao desenvolvimento de PAIR (107). Outro estudo, realizando teste das emissões otoacústicas evocadas (EOAE) em 158 trabalhadores expostos ao ruído, 97 apresentaram PAIR, sendo que 81% do grupo com PAIR teve EOAE alterada e, quando presente, o espectro de frequência apresentou emissões alteradas nas altas frequências. Já no grupo com audição normal, apenas 48% tiveram EOAE alteradas. Esses dados confirmaram que a cóclea exposta ao ruído pode produzir alterações significativas nas emissões otoacústicas, antes mesmo de afetar os limiares de uma avaliação audiológica convencional (124).

A associação entre ruído e alteração auditiva foi verificada em 71 trabalhadores com idades entre 50 e 70 anos, dividido em dois grupos: expostos e controle. Os resultados apontaram uma diferença significativa ($p < 0,05$) a partir da frequência de 3kHz, e o grupo exposto ao ruído os que apresentaram piores resultados ($p < 0,001$) (95).

Apesar da obrigatoriedade da realização do PCA, estudos desenvolvidos em diferentes países identificaram que nem sempre os programas de prevenção de perda auditiva atingem o seu objetivo, apesar da obrigatoriedade da sua aplicação (27, 116, 125).

Embora as empresas afirmem a existência de programas de prevenção auditiva, tais medidas permanecem inseridas em outros programas de segurança. Tal constatação foi verificada em 30 indústrias de Curitiba. Além disso, observou-se que as empresas não realizam ações educativas capazes de gerar comprometimento individual com as exigências legais e com as ações preventivas propostas (27).

Nos Estados Unidos, foi registrada menor prevalência de PAIR no período de 1976 a 2006, verificada em um monitoramento da saúde da população. Além disso, percebeu-se redução do problema na década de 1990, com estabilização nos anos 2000. É possível que o fato se deva à regulamentação sobre ruído ocupacional, ao aumento do uso de protetores e aos maiores esforços das empresas e do governo na preservação da saúde do trabalhador (126).

Em contrapartida, nos países em desenvolvimento, como a Índia, ainda há muita resistência, por parte do trabalhador, em relação ao uso regular do protetor auditivo (127).

Uma avaliação realizada na Nova Zelândia mostrou que, apesar da existência de legislação específica e do desenvolvimento de programas de conservação auditiva, foi registrado o aumento do número anual de casos de trabalhadores com PAIR, sugerindo a não efetividade do programa na íntegra ou em sua aplicação (128).

A relevância dos problemas auditivos é incontestável e já existe uma legislação que regulamenta as questões de prevenção e controle da PAIR. Porém, a obrigatoriedade legal deste programa de conservação auditiva não é suficiente. Impõe-se a adequação de suas propostas ao ambiente de trabalho; exige-se intensa atividade de divulgação e educação veiculada em linguagem adequada e interessante (129, 130); espera-se por um acompanhamento individual periódico que evite o desencadear ou o agravamento de perdas auditivas (14). Além disso, é igualmente imprescindível que o trabalhador faça o uso adequado dos equipamentos de proteção disponibilizados pela empresa.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a associação entre o espectro de ruído e a configuração audiométrica de trabalhadores em empresas de diferentes ramos de atividade.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar os níveis de pressão sonora presentes nos diferentes ambientes de trabalho;
- Verificar a dose diária de ruído a que estão expostos os trabalhadores durante a jornada de trabalho;
- Determinar o perfil do espectro de ruído presente em diferentes empresas do ramo industrial;
- Verificar a influência do perfil espectral de ruído nas respostas audiométricas dos trabalhadores avaliados pela audiometria tonal convencional e de alta frequência;
- Avaliar a utilidade clínica do uso de audiometria de alta frequência na identificação precoce de danos auditivos;
- Verificar a influência de fatores como idade, tempo de exposição, adesão ao uso de EPI, ramo de atividade e queixas otológicas no perfil audiométrico dos trabalhadores industriais.

3 MÉTODO

Trata-se de um estudo clínico-epidemiológico, do tipo analítico-transversal, realizado na cidade de Brasília-Distrito Federal (DF), no período de janeiro de 2008 a dezembro de 2009.

Este estudo foi financiado pela FAP-DF/SUS, processo n.º 193 000 051/2005, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde da UnB, com registro 048/2004. Todos os trabalhadores participantes assinaram o termo de consentimento preparado para os fins (Anexos B e C).

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Inicialmente, foram selecionadas as indústrias para a coleta de dados deste estudo. Para esta finalidade, foram utilizados os seguintes critérios:

- Aceitar participar da pesquisa;
- Apresentar localização geográfica restrita ao Distrito Federal;
- Apresentar, sistematicamente, ambientes de trabalho com níveis de ruído em intensidade superior a 85dB(A);
- Ser de médio ou grande porte;
- Constar na classificação nacional de atividades econômicas como grau de risco 3 ou 4, de acordo com a NR 4, Quadros I e II do Ministério do Trabalho e Emprego (48).

Foram convidadas 20 empresas de diferentes ramos de atividade, porém apenas oito aceitaram participar deste estudo. A caracterização das empresas participantes está detalhada no Anexo D e os modelos de cartas enviadas às empresas constam nos Anexos E e F.

As empresas, que atenderam aos critérios acima especificados, foram agrupadas segundo o tipo de suas atividades, o que resultou em quatro diferentes áreas: quatro marmorarias (62,5%), duas madeireiras (25,0%), uma metalúrgica (6,2%) e fabricação

de cimento (6,2%), totalizando 347 trabalhadores, todos do sexo masculino. Estas empresas possuíam ao todo 1.440 trabalhadores.

3.1.1 Caracterização dos Trabalhadores

Foram selecionados 347 trabalhadores que atenderam aos seguintes critérios para inclusão neste estudo:

- Trabalhar há pelo menos um ano na função atual;
- Não haver trabalhado em outra atividade com exposição a ruído;
- Não trabalhar diretamente com produtos químicos;
- Não fazer uso de medicamentos ototóxicos;
- Pertencer ao sexo masculino e ter idade entre 19 e 65 anos;
- Não apresentar história indicativa de trauma acústico agudo;
- Aceitar participar do estudo;
- Assinar o termo de consentimento livre e esclarecido.

3.2 PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS

Este estudo coletou os dados dos participantes no próprio ambiente de trabalho, em cada uma das empresas; os dados foram coletados pela própria pesquisadora, conforme os procedimentos a seguir especificados.

Para atingir este propósito, inicialmente, foi realizada a avaliação ambiental de cada ramo de atividade econômica. Esta avaliação constou de aferição dos níveis de pressão sonora, dose e espectro do ruído. Posteriormente, estas medidas foram confrontadas com os resultados obtidos nos testes audiométricos, tanto convencional quanto em altas frequência, de cada um dos trabalhadores.

3.2.1 Avaliação Ambiental

3.2.1.1 Aferição dos Níveis de Pressão Sonora (NPS)

A aferição dos níveis de pressão sonora, dose e espectro foram efetuados por uma equipe especializada em Física Acústica da Universidade Católica de Brasília.

A aferição dos níveis de pressão sonora e espectro de frequência foi realizada em um ponto central de cada ramo de atividade, captando o ruído geral do ambiente. Para verificar o NPS, utilizou-se o medidor de nível de pressão sonora acoplado ao analisador de frequências, modelo SIP-95, fabricado pela 01 dB. Este equipamento estava devidamente calibrado por empresa especializada, com filtros de frequência em bandas de 1/3 e 1 de oitava, operando em circuito de compensação “A” e circuito de resposta lenta (SLOW), conforme estabelecido pela Portaria n.º 19, de 09/04/98, do Ministério do Trabalho e Emprego (54).

Para qualificar o ruído ambiental a que estavam expostos os trabalhadores deste estudo, em relação à frequência, intensidade e duração, foi utilizado o dosímetro, equipamento que faz medição da dose de ruído (nível equivalente) durante a jornada de trabalho, em lugares que o ruído é variável.

Para a dosimetria utilizou-se um equipamento digital, compacto, sem fio, modelo SOLO (SIE Badge) da 01 dB. Para a avaliação, foi selecionado um trabalhador que atua na máquina mais ruidosa de cada ramo industrial. O critério de referência que embasa os limites de exposição diária adotados para ruído contínuo ou intermitente corresponde a uma dose de 100% para exposição de oito horas ao nível de 85dB(A) (45). Para atender ao critério adotado pela NR 15 do Ministério do Trabalho e Emprego para avaliação da frequência e do espectro do ruído, os cálculos foram feitos segundo a equação 2 (131):

$$L_{\text{exp}} = L_{\text{eq}} + 10 \times \log\left(\frac{T_{\text{exp}}}{T_0}\right)$$

Consideraram-se oito horas como tempo médio de exposição diária (T_{exp}) para uma jornada de trabalho (T_0). O nível equivalente de ruído – L_{eq} – representa o nível equivalente de pressão sonora, conforme a definição da NBR 10.151. A dose percentual de ruído absorvida diariamente foi calculada por meio da equação 3 (131):

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

O critério de avaliação considera, além do critério de referência, o incremento de duplicação de dose (q) igual a 5 e o L_{crit} 85dB(A), conforme indica a NR 15 do Ministério do Trabalho e Emprego (114). O tempo máximo de exposição tolerada (T_t) pelos trabalhadores de metalúrgicas, madeireiras e marmorarias, foi calculado com base na equação 4 (131):

$$T_t = 8 \times 2^{(L_{crit} - L_{eq})/q}$$

Para verificar se o ambiente obedecia às normas reguladoras relacionadas com o ruído, optou-se por calcular o nível equivalente de pressão sonora (L_{eq}), que representa um nível de ruído contínuo em dB(A). Para isso, a pressão sonora equivalente, L_{eq} , em dB(A), foi calculada pela equação 1, mencionada anteriormente.

3.3 COLETA DE DADOS DOS TRABALHADORES

Os dados de cada um dos trabalhadores que participou deste estudo foram obtidos por meio de entrevistas individuais e avaliação audiológica.

Esses procedimentos foram efetuados pelas fonoaudiólogas Áurea Otoni de Oliveira Canha, autora deste trabalho, e Marlene Escher Boger.

3.3.1 Entrevistas Individuais

As entrevistas seguiram um roteiro estabelecido, tendo como finalidade a coleta dos dados pessoais como idade e escolaridade, obtenção de informações de seu tempo de trabalho na empresa e a função atual, adesão à utilização do protetor auditivo, rotina de trabalho na indústria, estabelecimento de seus antecedentes ocupacionais de exposição a níveis elevados de pressão sonora, além de dados sobre exposição não ocupacional ao ruído. Também foram considerados antecedentes de patologias auditivas, antecedentes mórbidos com possíveis implicações auditivas, uso de medicamentos com possível efeito sobre a audição e sintomas de saúde em geral. As informações obtidas foram registradas no formulário da anamnese (Anexo G).

3.3.2 Avaliação Audiológica

A avaliação audiológica foi composta pela audiometria convencional (0,25kHz a 8kHz) realizadas conforme estabelecido pelo Ministério do Trabalho e Emprego (54), Portaria n.º 19 de 09/04/98, que determina um repouso acústico de 14 horas antes da realização do exame audiométrico. Além disso, realizou-se a audiometria de alta frequência de 9kHz a 16kHz. Essas avaliações foram precedidas pela inspeção dos condutos auditivos externos de cada um dos trabalhadores, para afastar a presença de obstrução ou quaisquer outras condições que pudessem interferir nos resultados da avaliação.

3.3.3 Local dos Exames

Todos os exames foram realizados nas respectivas empresas empregadoras, em condições ambientais favoráveis ao exame (lugares silenciosos). Para isso, utilizou-se cabina acústica portátil.

3.3.4 Os Equipamentos

Para a realização da avaliação audiológica, foram utilizados os seguintes equipamentos:

- otoscópio da marca Welch Allyn, com acessórios WA;
- cabina audiométrica Reduson (portátil);
- audiômetro clínico, da marca Interacoustic, modelo AD 40 com fone padrão TDH 39, para a aferição do limiar tonal de 0,25 a 8kHz. Para a avaliação das frequências acima de 8kHz, utilizou-se o fone para altas frequências KOSS HIPRO.

Todos os equipamentos foram submetidos à calibração, de acordo com as normas ISO 389/64 e ANSI S3.6/69. A cabina audiométrica seguiu padrões de ruído interno em cerca de 30dB(A), conforme a ANSI S3.1/91.

3.3.5 Protocolo de Testes

Para a obtenção dos limiares audiométricos, foi utilizado um botão de resposta. Os trabalhadores foram instruídos a apertar o botão sempre que ouvissem o som. A cada detecção do tom a intensidade era reduzida em passos de 10dB, até que o trabalhador não mais percebia o estímulo. Nesse momento, aumentava-se o som de 5 em 5dB até que o trabalhador respondesse novamente ao estímulo. A este valor denominou-se limiar mínimo.

Audiometria convencional:

O procedimento consistiu na verificação do nível mínimo de resposta para estímulos por via aérea para as frequências de 0,25kHz, 0,5kHz, 1kHz, 2kHz, 3kHz, 4kHz, 6kHz e 8kHz.

Nos trabalhadores que apresentaram limiares auditivos acima de 25dBNA nas frequências de 0,5kHz, 1kHz, 2kHz, 3kHz e 4kHz, acrescentou-se, também, a aferição dos limiares da via óssea.

Audiometria de alta frequência:

Foram avaliadas as frequências de 9kHz, 10kHz, 12kHz, 14kHz e 16kHz. Para realizar este tipo de avaliação, foi necessário um audiômetro com fone padrão KOSS HV/PRO. O manual do equipamento definiu as intensidades mínimas e máximas de saída em dBNA para cada frequência a partir de 9kHz (Tabela 2).

Tabela 2 - Saída mínima e máxima do audiômetro interacoustic AD-40, calibrado em dBNA (Padrões ANSI 1969), nas frequências de 9kHz a 16kHz

	9	10	12	14	16	kHz
Mínima	20	20	20	20	20	dB
Máxima	105	95	90	80	60	dB

3.3.5.1 Classificação do Exame

Optou-se por classificar os exames de duas maneiras diferentes: uma para a entrega nas empresas e outra para análise deste estudo.

Os laudos dos exames audiológicos entregues nas empresas foram classificados segundo o grau de perda, ou seja, segundo as alterações encontradas com base na média dos limiares das frequências de 0,5kHz, 1kHz e 2kHz, seguindo os critérios propostos por Davis e Silverman, 1970 (132). Dessa forma, os resultados obtidos foram assim classificados:

- audição considerada normal quando a média dos limiares fosse igual ou inferior a 25dBNA;
- perdas leves, se a média dos limiares ficasse entre 26 e 40dBNA;
- perdas moderadas, se a média dos limiares estivesse entre 41 e 70dBNA;
- perdas severas, com média de limiares de 71 a 90dBNA;
- perdas profundas, com média de limiares a partir de 91dBNA.

Para análise deste estudo, os resultados da audiometria ocupacional foram agrupados conforme os critérios abaixo especificados em apenas duas categorias:

- audiometria normal - todas as audiometrias que apresentassem limiares tonais iguais ou inferiores a 25dBNA em todas as frequências;

- audiometria sugestiva de PAIR – todas as audiometrias que apresentassem qualquer entalhe superior a 25dBNA nas frequências a partir de 3kHz. Assumiu-se como entalhe a presença de limiares acima de 25dBNA em uma ou mais frequências isoladas, com recuperação na frequência seguinte (41).

Ao final das avaliações, foi entregue, ao serviço médico de cada empresa participante, um relatório audiológico impresso e o laudo. O diagnóstico clínico foi confirmado por médico otorrinolaringologista, especialista em Medicina do Trabalho.

3.4 PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE DOS DADOS

A análise estatística dos dados foi efetuada por profissional especializado (estatístico). O banco de dados foi elaborado no formato Excel®. As análises foram desenvolvidas utilizando os pacotes SPSS 13® (*Statistical Package for the Social Sciences*, Chicago, IL) para Windows® e SigmaStat 3.11® para Windows®. O teste chi-quadrado foi utilizado para verificar as possíveis associações entre variáveis.

Foram considerados os resultados de cada orelha; assim, a amostra final foi de 694 orelhas. Os resultados da audiometria foram inseridos em um modelo de análise de variância de desenho misto com os fatores *ramo de atividade* (quatro níveis; medida independente) e *frequência* (13 níveis; medida repetida). O procedimento de comparações múltiplas utilizou o método de correção de Bonferroni. Para as análises *pos hoc* adicionais, foi utilizado o teste ANOVA de uma via.

O nível de significância estatística foi estabelecido em 5% ($p < 0,05$). Todos os testes foram bicaudais.

4 RESULTADOS

Foram analisadas oito (8) empresas, distribuídas em quatro ramos de atividade econômica: fabricação de cimento, madeireira, marmoraria e metalúrgica. Nessas empresas foram avaliados 347 trabalhadores, todos do sexo masculino.

Na análise univariada (ANOVA) do ramo de atividade econômica e da idade, observou-se diferença estatisticamente significativa entre as médias de idade de cada ramo ($F_{3, 343}=3,499$, $p=0,016$). O procedimento de comparações múltiplas verificou que a idade média dos trabalhadores do ramo metalúrgico ($36,9\pm 1$) ($p=0,013$, $p=0,022$, respectivamente) e de fabricação de cimento ($36,5\pm 1$) ($p=0,024$, $p=0,039$, respectivamente) apresentaram médias significativamente maiores do que as apresentadas pelos ramos madeireiro ($33,1\pm 1,1$) e marmoraria ($33,7\pm 0,9$).

As Tabelas 3 e 4 apresentam resultados descritivos das características demográficas e das condições de trabalho da amostra estudada. Os dados pessoais obtidos na anamnese mostraram um grupo de trabalhadores no qual a maioria (64,3%) tem o 1.º grau de escolaridade e 15,6% fazem uso de tabaco. Para análise da variável uso de tabaco, considerou-se a quantidade consumida diariamente e a duração do consumo (Tabela 3).

O ramo de atividade econômica com o maior número de trabalhadores participantes foi o da fabricação de cimento (30,0%). Quanto ao tempo na função, predominaram os trabalhadores com tempo de trabalho na empresa de um a cinco anos (45,8%) e 82,1% dos trabalhadores informaram que fazem uso do equipamento de proteção individual (EPI), protetor auricular (Tabela 4).

Ao serem questionados sobre a exposição individual ao ruído, fora do horário de trabalho, em atividades como ouvir música em volume alto, fones de ouvido em volume máximo, participação em cultos religiosos, utilização de furadeira ou presença constante em festas com som alto, 73,5% responderam que não ficam expostos a ruído extralaboral, como pode ser analisado na Tabela 4.

Tabela 3 - Características demográficas dos Trabalhadores e uso de tabaco (n=347) - Distrito Federal - 2008-2009

Variável	N	%
Idade		
≤30 anos	126	36,3
31 a 40 anos	121	34,9
41 a 50 anos	77	22,2
≥51 anos	23	6,6
Escolaridade		
Nenhuma	21	6,1
1.º Grau	223	64,3
2.º Grau	102	29,4
3.º Grau	1	0,3
Uso de tabaco		
Não	293	84,4
Sim	54	15,6

Tabela 4 - Distribuição da amostra, segundo as características laborais (n=347) - Distrito Federal - 2008-2009

Variável	N	%
Ramo		
Fab. Cimento	104	30,0
Madeireira	61	17,6
Marmoraria	81	23,3
Metalúrgica	101	29,1
Tempo na função (anos)		
1 a 5 anos	159	45,8
6 a 10 anos	88	25,4
11 a 20 anos	76	21,9
≥ 21 anos	24	6,9
Uso de EPI		
Não	42	12,1
Sim	285	82,1
Raramente	20	5,8
Ruído extralaboral		
Não	255	73,5
Sempre	32	9,2
Frequentemente	5	1,4
Raramente	55	15,9

4.1 AVALIAÇÃO DO AMBIENTE

A avaliação ambiental foi realizada em três ramos de atividades econômica (madeireira, marmoraria e metalúrgica). Tais medições não puderam ser aferidas na fábrica de cimento, porque não foram autorizadas pela empresa.

Assumindo-se o nível equivalente de pressão sonora (L_{eq}) como indicador do espectro do ruído ambiental nas diferentes empresas, os resultados são apresentados na Tabela 5. A medida do L_{eq} aponta a variação na intensidade do ruído nos três

ramos de atividade e no tipo de espectro encontrado: pico na frequência de 8kHz no ramo metalúrgico, 4kHz na marmoraria e 2kHz na madeireira. Na metalúrgica, verificou-se medida do L_{eq} mais elevada se comparada com os demais ramos de atividade, com intensidade de 85,4dB (Tabela 5).

Tabela 5 - Distribuição do nível equivalente de pressão sonora (L_{eq}) em bandas de oitava

Banda de oitava (kHz)	Ramos de atividade econômica ⁽¹⁾		
	L_{eq} (dB)		
	Madeira	Marmoraria	Metalúrgica
OIT 31.5	62,4	64,2	71,5
OIT 63	60,1	63,8	71,7
OIT 125	65,8	63,1	76,6
OIT 250	72,2	66,6	82,6
OIT 500	73,9	71,0	81,8
OIT 1	78,6	73,2	81,2
OIT 2	80,5	74,9	81,0
OIT 4	73,7	79,3	82,2
OIT 8	71,0	71,7	85,4
OIT 16	58,7	62,0	77,9
Leq global	84,3	82,5	91,0

(1) Esse indicador não foi avaliado no ramo de fabricação de cimento.

Na avaliação da dose do nível de pressão sonora (NPS), verificou-se, nos três ramos de atividade econômica, que os valores ultrapassaram os limites de tolerância definidos como 100%. Dentre estes ramos, o madeireiro apresentou a maior dose, correspondente a 2.924,1%, maior do que o estabelecido legalmente (45). Em exposições a essa dose, o tempo de tolerância permitido ao trabalhador, sem o uso de protetor auditivo, é de 18,4 minutos. Vale salientar que os trabalhadores avaliados fazem uma jornada mínima de trabalho de 8 horas. Quanto à análise do nível de pressão sonora, verificou-se que a intensidade foi superior a 100dB NPS nos três ramos de atividades, e o ramo madeireiro apresentou os maiores níveis de pressão sonora (108,5dB) (Tabela 6).

Tabela 6 - Nível equivalente de pressão sonora (L_{eq}), nível de exposição diária (L_{exp}), dose e tempo de exposição máxima tolerada segundo os ramos de atividade econômica - Distrito Federal - 2008-2009

Ramo de atividade	L_{eq} (dB)	L_{exp} (dB)	Dose (%)	Tempo tolerado (min)
Madeira	108,5	109,0	2924,1	18,4
Marmoraria	104,5	105,0	1679,4	32,1
Metalúrgica	103,3	103,8	1422,0	37,9

Nota: L_{eq} : nível equivalente de pressão sonora; L_{exp} : nível de exposição diária.

4.2 AVALIAÇÃO CLÍNICA

Na anamnese, foram relatados problemas clínicos como dificuldade para ouvir, presença de otalgia, vertigem e zumbido, com a possibilidade de ocorrência de mais de uma queixa por trabalhador. Os dados foram analisados agrupando-se as oito (8) empresas segundo os quatro ramos de atividade econômica (fabricação de cimento, madeireira, marmoraria e metalúrgica).

Das queixas relatadas pelos trabalhadores, a de maior prevalência foi zumbido (36,3%) e a menor, a otalgia (8,9%) (Tabela 7).

Tabela 7 - Distribuição das queixas auditivas registradas na anamnese - Distrito Federal - 2008-2009

Variável	N	%	% válido
Dificuldades para ouvir?			
Não	275	79,3	-
Sim	72	20,7	-
Qual orelha?			
OD	8	2,3	28,6
OE	8	2,3	28,6
AO	12	3,5	42,9
NI	44	12,7	
Otalgia			
Não	316	91,1	-
Sim	31	8,9	-
Vertigem			
Não	307	88,5	-
Sim	40	11,5	-
Zumbido			
Não	221	63,7	-
Sim	126	36,3	-

Nota: % válido representa a porcentagem dentro do grupo de trabalhadores que relataram dificuldade para ouvir (n=72) e responderam à pergunta (n=28). NI: Não informado.

Para a análise de associação entre queixas auditivas e ramo de atividade econômica, foram desenvolvidas análises de associação (teste chi-quadrado). Devido às diferenças encontradas na variável idade entre os ramos de atividade, decidiu-se realizar análises estratificadas pela idade dos trabalhadores, sendo classificadas em duas categorias: abaixo de 40 anos e acima de 40 anos.

Como pode ser observado na Tabela 8, foi possível verificar associação entre ramo de atividade e queixa de *dificuldade para ouvir*, independentemente da idade, nos dois grupos de idade. Entretanto, *otalgia*, *vertigem* e *zumbido* apresentaram

associação estatisticamente significativa com o ramo de atividade econômica somente no grupo de trabalhadores com até 40 anos. Em todas as queixas, a força de associação foi fraca entre as variáveis (CC*: 0,268, 0,361, 0,351, 0,319 e 0,279, respectivamente) (Tabela 8).

Tabela 8 - Análises da força de associação entre as queixas auditivas e o ramo de atividade econômica - Distrito Federal - 2008-2009

Queixa	χ^2	CC*	gl	p
Dificuldade para ouvir				
≤ 40 anos	12,43	0,268	3	0,006
≥ 41 anos	9,508	0,361	3	0,023
Otalgia				
≤ 40 anos	22,115	0,351	3	<0,001
≥ 41 anos	3,94	0,238	3	0,268
Vertigem				
≤ 40 anos	17,962	0,319	3	<0,001
≥ 41 anos	4,273	0,248	3	0,233
Zumbido				
≤ 40 anos	13,526	0,279	3	0,004
≥ 41 anos	3,89	0,237	3	0,274

Nota: χ^2 : Chi-quadrado; CC*: Coeficiente de contingência corrigido; gl: graus de liberdade.

Quanto à queixa *dificuldade para ouvir*, o ramo de fabricação de cimento apresentou maior prevalência (27,3%) entre os trabalhadores com até 40 anos, exceto na metalúrgica, a prevalência de *dificuldade para ouvir* foi maior no grupo com mais de 40 anos (54,5%) (Tabela 9).

Tabela 9 - Distribuição da queixa *dificuldade para ouvir* segundo o ramo de atividade econômica e o resultado do teste chi-quadrado - Distrito Federal - 2008-2009

Ramo	Idade											
	≤ 40 anos						≥ 41 anos					
	Dificuldade para ouvir				Total		Dificuldade para ouvir				Total	
	Não		Sim		N	%	Não		Sim		N	%
N	%	N	%	N			%	N	%			
Fábrica de Cimento	48	72,7	18	27,3	66	100	27	71,1	11	28,9	38	100
Madeireira	37	74,0	13	26,0	50	100	5	45,5	6	54,5	11	100
Marmoraria	61	93,8	4	6,2	65	100	10	62,5	6	37,5	16	100
Metalúrgica	56	84,8	10	15,2	66	100	31	88,6	4	11,4	35	100
Total	202	81,8	45	18,2	247	100	73	73,0	27	27,0	100	100

Nas queixas *otalgia*, *vertigem* e *zumbido*, o ramo madeireiro apresentou a maior prevalência nas três queixas (28,0%, 24,0% e 46,0%, respectivamente) (Tabelas 10, 11 e 12).

Tabela 10 - Distribuição da queixa *otalgia* segundo o ramo de atividade econômica e o resultado do teste chi-quadrado - Distrito Federal - 2008-2009

Ramo	Idade											
	≤ 40 anos						≥ 41 anos					
	Otalgia				Total		Otalgia				Total	
	Não		Sim		N	%	Não		Sim		N	%
N	%	N	%	N			%	N	%			
Fábrica de Cimento	65	98,5	1	1,5	66	100	37	97,4	1	2,6	38	100
Madeireira	36	72,0	14	28,0	50	100	10	90,9	1	9,1	11	100
Marmoraria	61	93,8	4	6,2	65	100	16	100	0	0,0	16	100
Metalúrgica	56	84,8	10	15,2	66	100	35	100	0	0,0	35	100
Total	218	88,3	29	11,7	247	100	98	98,0	2	2,0	100	100

Tabela 11 - Distribuição da queixa *vertigem* segundo o ramo de atividade econômica e o resultado do teste chi-quadrado - Distrito Federal - 2008-2009

Ramo	Idade											
	≤ 40 anos						≥ 41 anos					
	Vertigem				Total		Otalgia				Total	
	Não		Sim		N	%	Não		Sim		N	%
N	%	N	%	N			%	N	%			
Fábrica de Cimento	65	98,5	1	1,5	66	100	32	84,2	6	15,8	38	100
Madeireira	38	76,0	12	24,0	50	100	7	63,6	4	36,4	11	100
Marmoraria	60	92,3	5	7,7	65	100	15	93,8	1	6,3	16	100
Metalúrgica	61	92,4	5	7,6	66	100	29	82,9	6	17,1	35	100
Total	224	90,7	23	9,3	247	100	83	83,0	17	17,0	100	100

Tabela 12 - Distribuição da queixa *zumbido* segundo o ramo de atividade econômica e o resultado do teste chi-quadrado - Distrito Federal - 2008-2009

Ramo	Idade											
	≤ 40 anos						≥ 41 anos					
	Zumbido				Total		Zumbido				Total	
	Não		Sim		N	%	Não		Sim		N	%
N	%	N	%	N			%	N	%			
Fábrica de Cimento	55	83,3	11	16,7	66	100	23	60,5	15	39,5	38	100
Madeireira	27	54,0	23	46,0	50	100	3	27,3	8	72,7	11	100
Marmoraria	46	70,8	19	29,2	65	100	9	56,3	7	43,8	16	100
Metalúrgica	40	60,6	26	39,4	66	100	18	51,4	17	48,6	35	100
Total	168	68,0	79	32,0	247	100	53	53,0	47	47,0	100	100

Na identificação de zumbido, 36,3% dos trabalhadores referiram a presença do sintoma. Em relação a sua lateralidade, 45,2% referiram a sensação em ambas orelhas e 31,7% apenas na orelha esquerda. Quanto ao tipo, 57,9% dos trabalhadores com o sintoma o identificaram “apito”, com duração da ocorrência entre dois e três anos (14,4%) (Tabela 13).

Tabela 13 - Identificação do zumbido segundo sua frequência, lateralidade, duração e tipo do sintoma - Distrito Federal - 2008-2009

Variável	N	%	% válido
Frequência zumbido			
Raramente	90	25,9	71,4
Frequentemente	36	10,4	28,6
Lateralidade zumbido			
OD	29	8,4	23,0
OE	40	11,5	31,7
AO	57	16,4	45,2
Tempo zumbido			
1 a 3 meses	12	3,5	9,5
4 a 6 meses	12	3,5	9,5
7 a 12 meses	21	6,1	16,7
2 a 3 anos	50	14,4	39,7
4 anos e mais	31	8,9	24,6
Tipo de zumbido			
Abelha	16	4,6	12,7
Apito	73	21,0	57,9
Chuva	8	2,3	6,3
Cigarra	26	7,5	20,6
Outros	3	0,9	2,4

Nota: % válido representa a porcentagem dentro do grupo de participantes que responderam afirmativamente à pergunta. N=126.

Ao analisar a Tabela 14, verificou-se que a presença de zumbido aumenta com o avanço da idade do trabalhador exposto ao ruído (17,4%) sobre 4,0% nos trabalhadores com menos de 30 anos. Em relação à temporalidade, 10,4% afirmaram que o sintoma ocorre *frequentemente* e 25,9% percebem o zumbido *raramente*.

Tabela 14 - Identificação da presença de zumbido, segundo faixa etária dos trabalhadores - Distrito Federal - 2008-2009

Faixa etária	Presença de zumbido							
	Frequente		Não		Raramente		Não	
	N	%	N	%	N	%	N	%
≤30	5	4,0	91	72,2	30	23,8	126	36,3
31-40	15	12,4	77	63,6	29	24,0	121	34,9
41-50	12	15,6	40	51,9	25	32,5	77	22,2
≥51	4	17,4	13	56,5	6	26,1	23	6,63
Total	36	10,4	221	63,7	90	25,9	347	100,0

Nota: A porcentagem foi calculada com relação ao total de trabalhadores em cada faixa etária.

Considerando as variáveis tempo na função e presença de zumbido, os dados apresentados na tabela 15 mostraram que, quanto maior o tempo na função, maior a probabilidade de o trabalhador referir-se à presença de zumbido (29,2%).

Tabela 15 - Identificação da presença de zumbido entre os trabalhadores segundo o tempo na função - Distrito Federal - 2008-2009

Tempo na função (anos)	Presença de zumbido							
	Não		Raramente		Frequente		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
1-5	112	70,4	37	23,27	10	6,3	159	45,8
6-10	54	61,4	24	27,27	10	11,4	88	25,4
11-20	48	63,2	19	25,0	9	11,8	76	21,9
≥21	7	29,2	10	41,67	7	29,2	24	6,9
Total	221	63,7	90	25,94	36	10,4	347	100,0

Nota: A porcentagem foi calculada com relação ao total de trabalhadores.

Os dados referentes ao uso de equipamentos de proteção individual (EPI) mostraram que 285 trabalhadores (82,1%) os utilizam. Os trabalhadores do ramo madeireiro são os de menor adesão ao protetor auditivo (42,6%). Em contrapartida, os trabalhadores dos ramos metalúrgico e marmoraria destacaram-se no uso do EPI auricular (Tabela 16).

Tabela 16 - Uso referido do equipamento de proteção individual auricular pelos trabalhadores, segundo o ramo de atividade econômica - Distrito Federal - 2008-2009

Uso EPI*auricular	F. de cimento		Madeira		Marmoraria		Metalúrgica		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Sim	94	90,4	21	34,4	76	93,8	94	93,1	285	82,1
Não	8	7,7	26	42,6	3	3,7	5	5,0	42	12,1
Raramente	2	1,9	14	23,0	2	2,5	2	2,0	20	5,8
Total	104	100,0	61	100,0	81	100,0	101	100,0	347	100,0

(1) EPI – equipamento de proteção individual; F – Fabricação

No que diz respeito à idade do trabalhador e à adesão ao uso de EPI, embora a amostra dos trabalhadores com menos de 30 anos (N16) seja maior, os trabalhadores com idade acima de 51 anos são os que menos os utilizam (17,4%), enquanto 87,0% dos trabalhadores com idade entre 41 e 50 anos usam-no frequentemente (Tabela 17).

Tabela 17 - Uso referido do equipamento de proteção individual EPI auricular pelos trabalhadores, segundo a faixa etária - Distrito Federal - 2008-2009

Faixa etária	Uso de EPI							
	Não		Raramente		Sim		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
≤30	16	12,7	6	4,8	104	82,5	126	36,3
31-40	14	11,6	11	9,1	96	79,3	121	34,9
41-50	8	10,4	2	2,6	67	87,0	77	22,2
≥51	4	17,4	1	4,3	18	78,3	23	6,6
Total	42	12,1	20	5,8	285	82,1	347	100,0

Notas: A porcentagem foi calculada com relação ao total de trabalhadores em cada faixa etária.
Fx faixa; EPI equipamento de proteção individual.

4.3 AVALIAÇÃO AUDIOLÓGICA

Na avaliação audiológica, identificou-se efeito da idade conforme os ramos de atividade econômica; por esse motivo, utilizou-se análise de covariância. Para a primeira análise, utilizaram-se as variáveis: ramo de atividade (grupos independentes), frequências e lateralidade (OD e OE). Porém, o fator lateralidade não apresentou diferenças significativas ($F_{3, 690}=0,588$, $p=0,623$). O mesmo não aconteceu com o fator frequência ($F_{12, 8280}=424,088$, $p<0,001$) em relação ao ramo de atividade ou lateralidade, ou seja, as médias, sem diferenciar por ramo de atividade ou lateralidade, foram diferentes entre as frequências testadas. Dessa forma, propôs-se para este estudo eliminar o fator lateralidade da análise e considerar a amostra com 694 orelhas.

As características gerais dos resultados audiométricos, no que diz respeito aos limiares auditivos, estão ilustradas na tabela 18. Consideraram-se como entalhe os limiares acima de 25dBNA em, pelo menos, uma frequência e uma orelha. Sendo assim, verificou-se que 55,3% dos trabalhadores avaliados apresentaram algum tipo de entalhe auditivo sugestivo de PAIR, ao considerar apenas os resultados de uma audiometria convencional. Porém a prevalência de entalhe auditivo sobe para 78,0%, na alta frequência (Tabela 18).

Dentre as frequências que não apresentaram entalhe, verificou-se maior sensibilidade nos resultados das altas frequências (7,7%) quando comparadas com as frequências convencionais (34,6%). Ao analisar cada frequência, separadamente, identificou-se maior prevalência (75,4%) na frequência de 16kHz. Embora se tenha observado um aumento da prevalência de entalhe sugestivo de PAIR na frequência de 6kHz (53,8%), esse dado não foi estatisticamente significativo (Tabela 18).

Tabela 18 - Distribuição das variáveis relacionadas aos resultados audiométricos (N=694) dos quatro ramos de atividade econômica - Distrito Federal - 2008-2009

Variável	N	%	% válido
Laudo			
Audição normal	108	15,6	-
Perda auditiva	11	1,6	-
Entalhe	575	82,9	-
Entalhe audiometria convencional			
Nenhuma frequência	203	29,3	34,6
1 frequência	122	17,6	20,8
2 a 3 frequências	203	29,3	34,6
Todas as frequências	58	8,4	9,9
Entalhe audiometria altas frequências			
Nenhuma frequência	45	6,5	7,7
1 frequência	149	21,5	25,4
2 a 4 frequências	253	36,5	43,2
Todas as frequências	139	20,0	23,7
Prevalência de alteração			
0,25kHz	42	6,1	7,2
0,5kHz	21	3,0	3,6
1kHz	22	3,2	3,8
2kHz	41	5,9	7,0
3kHz	143	20,6	24,4
4kHz	225	32,4	38,4
6kHz	315	45,4	53,8
8kHz	164	23,6	28,0
9kHz	177	25,5	30,2
10kHz	203	29,3	34,6
12kHz	287	41,4	49,0
14kHz	364	52,4	62,1
16kHz	523	75,4	89,2

Notas: % válidos se refere ao total de sujeitos que apresentou alguma alteração no exame (n=586).

Na análise das variáveis *ramo de atividade econômica e presença de entalhe auditivo sugestivo de PAIR*, utilizaram-se análises de associação (teste chi-quadrado). Na Tabela 19, observa-se associação estatisticamente significativa entre a presença de entalhe nas frequências de 8kHz, 12kHz, 14kHz e 16kHz e o ramo de atividade econômica, com força de associação de intensidade fraca (CC*: 0,131, 0,141, 0,162 e 0,131, respectivamente).

Tabela 19 - Associação (teste chi-quadrado) entre as variáveis ramo de atividade econômica e presença de entalhe auditivo, segundo a frequência - Distrito Federal - 2008-2009

Frequência (kHz)	χ^2	CC*	gl	p
3	2,478	0,073	3	0,479
4	1,214	0,051	3	0,750
6	2,651	0,076	3	0,449
8	7,999	0,131	3	0,046
9	5,956	0,113	3	0,114
10	4,617	0,100	3	0,202
12	9,326	0,141	3	0,025
14	12,298	0,162	3	0,006
16	7,985	0,131	3	0,046

Nota: χ^2 : Chi-quadrado; CC*: Coeficiente de contingência corrigido; gl: graus de liberdade.

Na frequência de 8kHz a prevalência de orelhas com entalhe auditivo sugestivo de PAIR foi maior entre os trabalhadores na fabricação de cimento (26,9%) e menores de madeira (13,9%). Para a frequência de 12kHz, 14kHz e 16kHz a maior prevalência foi no ramo metalúrgica (46,5%, 59,9%, 81,2% respectivamente) (Tabelas 20, 21, 22 e 23).

Tabela 20 - Prevalência de entalhe na frequência de 8kHz segundo o ramo de atividade econômica - Distrito Federal - 2008-2009

Ramo	Entalhe 8kHz				Total	
	Não		Sim		N	%
	N	%	N	%		
Fábrica de Cimento	152	73,1	56	26,9	208	100
Madeira	105	86,1	17	13,9	122	100
Marmoraria	122	75,3	40	24,7	162	100
Metalúrgica	151	74,8	51	25,2	202	100
Total	530	76,4	164	23,6	694	100

Tabela 21 - Prevalência de entalhe na frequência de 12kHz segundo o ramo de atividade econômica - Distrito Federal - 2008-2009

Ramo	Entalhe 12kHz				Total	
	Não		Sim		N	%
	N	%	N	%		
Fábrica de Cimento	113	54,3	95	45,7	208	100
Madeira	80	65,6	42	34,4	122	100
Marmoraria	106	65,4	56	34,6	162	100
Metalúrgica	108	53,5	94	46,5	202	100
Total	407	58,6	287	41,4	694	100

Tabela 22 - Prevalência de entalhe na frequência de 14kHz segundo o ramo de atividade econômica - Distrito Federal - 2008-2009

Ramo	Entalhe 14kHz				Total	
	Não		Sim		N	%
	N	%	N	%		
Fábrica de Cimento	93	44,7	115	55,3	208	100
Madeira	63	51,6	59	48,4	122	100
Marmoraria	93	57,4	69	42,6	162	100
Metalúrgica	81	40,1	121	59,9	202	100
Total	330	47,6	364	52,4	694	100

Tabela 23 - Prevalência de entalhe na frequência de 16kHz segundo o ramo de atividade econômica - Distrito Federal - 2008

Ramo	Entalhe 16kHz				Total	
	Não		Sim		N	%
	N	%	N	%		
Fábrica de Cimento	50	24	158	76	208	100
Madeira	32	26,2	90	73,8	122	100
Marmoraria	51	31,5	111	68,5	162	100
Metalúrgica	38	18,8	164	81,2	202	100
Total	171	24,6	523	75,4	694	100

Ao analisar a idade dos trabalhadores, segundo o ramo de atividade econômica, verificou-se, na análise estratificada, associação estatisticamente significativa entre o ramo de atividade e a presença de entalhe auditivo na frequência de 9kHz, entre os trabalhadores com mais de 40 anos de idade e com força de associação (CC*) entre fraca e média (Tabela 24).

Tabela 24 - Análises de associação entre ramo de atividade e entalhe auditivo sugestivo de PAIR segundo a faixa etária dos trabalhadores - Distrito Federal - 2008-2009

Entalhe	χ^2	CC*	gl	p
3kHz				
≤ 40 anos	2,861	0,107	3	0,414
≥ 41 anos	5,532	0,232	3	0,137
4kHz				
≤ 40 anos	2,947	0,109	3	0,400
≥ 41 anos	3,575	0,187	3	0,311
6kHz				
≤ 40 anos	7,759	0,176	3	0,051
≥ 41 anos	6,703	0,255	3	0,082
8kHz				
≤ 40 anos	2,671	0,104	3	0,445
≥ 41 anos	3,563	0,187	3	0,313
9kHz				
≤ 40 anos	0,592	0,049	3	0,898
≥ 41 anos	9,340	0,299	3	0,025
10kHz				
≤ 40 anos	0,124	0,022	3	0,989
≥ 41 anos	3,745	0,192	3	0,290
12kHz				
≤ 40 anos	2,530	0,101	3	0,470
≥ 41 anos	2,281	0,150	3	0,516
14kHz				
≤ 40 anos	4,514	0,135	3	0,211
≥ 41 anos	2,226	0,148	3	0,527
16kHz				
≤ 40 anos	3,405	0,117	3	0,333
≥ 41 anos	6,660	0,254	3	0,084

Nota: χ^2 : Chi-quadrado; CC*: Coeficiente de contingência corrigido; gl: graus de liberdade.

Analisando, separadamente, cada ramo de atividade, verificou-se que a marmoraria apresentou maior prevalência no entalhe auditivo na frequência de 9kHz, nos trabalhadores com mais de 40 anos de idade (Tabela 25).

Tabela 25 - Prevalência de entalhe audiométrico na frequência de 9kHz segundo o ramo de atividade e a faixa etária - Distrito Federal - 2008-2009

Ramo	Idade											
	≤ 40 anos						≥ 41 anos					
	Entalhe 9kHz				Total		Entalhe 9kHz				Total	
	Não		Sim		N	%	Não		Sim		N	%
N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
Fábrica de Cimento	111	84,1	21	15,9	132	100	37	48,7	39	51,3	76	100
Madeireira	84	84,0	16	16,0	100	100	17	77,3	5	22,7	22	100
Marmoraria	109	83,8	21	16,2	130	100	12	37,5	20	62,5	32	100
Metalúrgica	107	81,1	25	18,9	132	100	40	57,1	30	42,9	70	100
Total	411	83,2	83	16,8	494	100	106	53,0	94	47,0	200	100

Ao analisar o tempo na função, segundo o ramo de atividade econômica e a presença de entalhe auditivo sugestivo de PAIR, foi preciso dicotomizar o tempo na função em até 10 anos e acima de 10 anos, para maior objetividade nas análises. Os dados identificaram associação significativa entre ramo de atividade e entalhe auditivo em 8kHz e 12kHz entre os trabalhadores com menos de 10 anos na função. No entanto, a força de associação foi fraca (CC*: 0,211 e 0,192, respectivamente). Nos trabalhadores com mais de 10 anos na função, as frequências de 14kHz e 16kHz apresentaram associação significativa e a força de associação foi um pouco maior (CC*: 0,334 e 0,342, respectivamente) (Tabela 26).

Tabela 26 - Análises de associação entre o ramo de atividade e a presença de entalhe auditivo sugestivo de PAIR segundo o tempo na função - Distrito Federal - 2008-2009

Entalhe	χ^2	CC*	gl	p
3kHz				
≤ 10 anos	1,673	0,082	3	0,643
≥ 11 anos	0,671	0,082	3	0,880
4kHz				
≤ 10 anos	0,087	0,019	3	0,993
≥ 11 anos	0,438	0,066	3	0,932
6kHz				
≤ 10 anos	2,270	0,096	3	0,518
≥ 11 anos	0,366	0,060	3	0,947
8kHz				
≤ 10 anos	11,243	0,211	3	0,010
≥ 11 anos	1,293	0,113	3	0,731
9kHz				
≤ 10 anos	3,873	0,125	3	0,275
≥ 11 anos	5,174	0,225	3	0,160
10kHz				
≤ 10 anos	5,197	0,144	3	0,158
≥ 11 anos	4,391	0,207	3	0,222
12kHz				
≤ 10 anos	9,250	0,192	3	0,026
≥ 11 anos	5,331	0,228	3	0,149
14kHz				
≤ 10 anos	7,539	0,173	3	0,057
≥ 11 anos	11,782	0,334	3	0,008
16kHz				
≤ 10 anos	4,002	0,127	3	0,261
≥ 11 anos	12,453	0,342	3	0,006

Nota: χ^2 : Chi-quadrado; CC*: Coeficiente de contingência corrigido; gl: graus de liberdade.

No que diz respeito às variáveis *ramo de atividade e a presença de entalhe auditivo*, verificou-se que a prevalência de trabalhadores com entalhe em 8kHz e 12kHz foi encontrada na fabricação de cimento (24,4%, 41,3%, respectivamente), no grupo com até 10 anos na função (Tabelas 27 e 28). Entretanto, em trabalhadores

com mais de 10 anos na função, o ramo metalúrgico apresentou prevalência nas frequências de 14kHz e 16kHz (83,3%, 97,0%, respectivamente) (Tabelas 29 e 30).

Tabela 27 - Prevalência de entalhe na frequência de 8kHz segundo o ramo de atividade e o tempo na função - Distrito Federal - 2008-2009

Ramo	Tempo na função											
	≤ 10 anos						≥ 11 anos					
	Entalhe 8kHz				Total		Entalhe 8kHz				Total	
	Não		Sim		N	%	Não		Sim		N	%
N	%	N	%	N			%	N	%			
Fábrica de Cimento	121	75,6	39	24,4	160	100	31	64,6	17	35,4	48	100
Madeireira	83	92,2	7	7,8	90	100	22	68,8	10	31,3	32	100
Marmoraria	91	84,3	17	15,7	108	100	31	57,4	23	42,6	54	100
Metalúrgica	111	81,6	25	18,4	136	100	40	60,6	26	39,4	66	100
Total	406	82,2	88	17,8	494	100	124	62,0	76	38,0	200	100

Tabela 28 - Prevalência de entalhe na frequência de 12kHz segundo o ramo de atividade e o tempo na função - Distrito Federal - 2008-2009

Ramo	Tempo na função											
	≤ 10 anos						≥ 11 anos					
	Entalhe 12kHz				Total		Entalhe 12kHz				Total	
	Não		Sim		N	%	Não		Sim		N	%
N	%	N	%	N			%	N	%			
Fábrica de Cimento	94	58,8	66	41,3	160	100	19	39,6	29	60,4	48	100
Madeireira	63	70,0	27	30,0	90	100	17	53,1	15	46,9	32	100
Marmoraria	82	75,9	26	24,1	108	100	24	44,4	30	55,6	54	100
Metalúrgica	88	64,7	48	35,3	136	100	20	30,3	46	69,7	66	100
Total	327	66,2	167	33,8	494	100	80	40,0	120	60,0	200	100

Tabela 29 - Prevalência de entalhe na frequência de 14kHz segundo o ramo de atividade e o tempo na função - Distrito Federal - 2008-2009

Ramo	Tempo na função											
	≤ 10 anos						≥ 11 anos					
	Entalhe 14kHz				Total		Entalhe 14kHz				Total	
	Não		Sim		N	%	Não		Sim		N	%
N	%	N	%	N			%	N	%			
Fábrica de Cimento	82	51,3	78	48,8	160	100	11	22,9	37	77,1	48	100
Madeireira	49	54,4	41	45,6	90	100	14	43,8	18	56,3	32	100
Marmoraria	72	66,7	36	33,3	108	100	21	38,9	33	61,1	54	100
Metalúrgica	70	51,5	66	48,5	136	100	11	16,7	55	83,3	66	100
Total	273	55,3	221	44,7	494	100	57	28,5	143	71,5	200	100

Tabela 30 - Prevalência de entalhe na frequência de 16kHz segundo o ramo de atividade e o tempo na função - Distrito Federal - 2008-2009

Ramo	Tempo na função											
	≤ 10 anos					≥ 11 anos						
	Entalhe 16kHz				Total	Entalhe 16kHz				Total		
	Não		Sim			Não		Sim				
N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
Fábrica de Cimento	48	30,0	112	70,0	160	100	2	4,2	46	95,8	48	100
Madeireira	26	28,9	64	71,1	90	100	6	18,8	26	81,3	32	100
Marmoraria	41	38,0	67	62,0	108	100	10	18,5	44	81,5	54	100
Metalúrgica	36	26,5	100	73,5	136	100	2	3,0	64	97,0	66	100
Total	151	30,6	343	69,4	494	100	20	10,0	180	90,0	200	100

4.3.1 Audiometrias

4.3.1.1 Audiometria Convencional (0,25 – 8kHz)

Os resultados da audiometria convencional foram inseridos em uma análise de variância de desenho misto (ANOVA *mixed-design*). O fator ramo de atividade econômica (4 níveis) foi a variável independente. A variável frequência (8 níveis) foi a medida repetida. Adicionalmente, a variável idade (até 40 anos, ou acima de 40 anos) foi inserida no modelo de análise como uma covariável.

A covariável idade teve efeito estatisticamente significativo sobre a audiometria ($F_{1, 689}=207,871$, $p<0,001$). As análises *pos hoc* mostraram que a média dos resultados de audiometria foi significativamente maior no grupo de trabalhadores acima de 40 anos ($p<0,001$). O ramo de atividade econômica exerceu um efeito estatisticamente significativo sobre a média dos limiares audiométricos ($F_{3, 689}=3,190$, $p=0,023$), após o controle do efeito do fator idade. As análises *pos hoc* demonstraram que a marmoraria apresentou médias significativamente maiores, em comparação às médias da fabricação de cimento e metalúrgica ($p=0,015$ e $p=0,013$ respectivamente). O fator frequência teve também efeito significativo sobre a média dos resultados das audiometrias ($F_{7, 4823}=21,83$, $p<0,001$). O procedimento de comparações múltiplas encontrou diferenças significativas entre todas as frequências, exceto em 0,25kHz e 3kHz ($p=0,501$).

Os trabalhadores de madeiras apresentaram resultados significativamente menores, em comparação aos outros três ramos ($p < 0,031$ em todos os casos) (Figura 6).

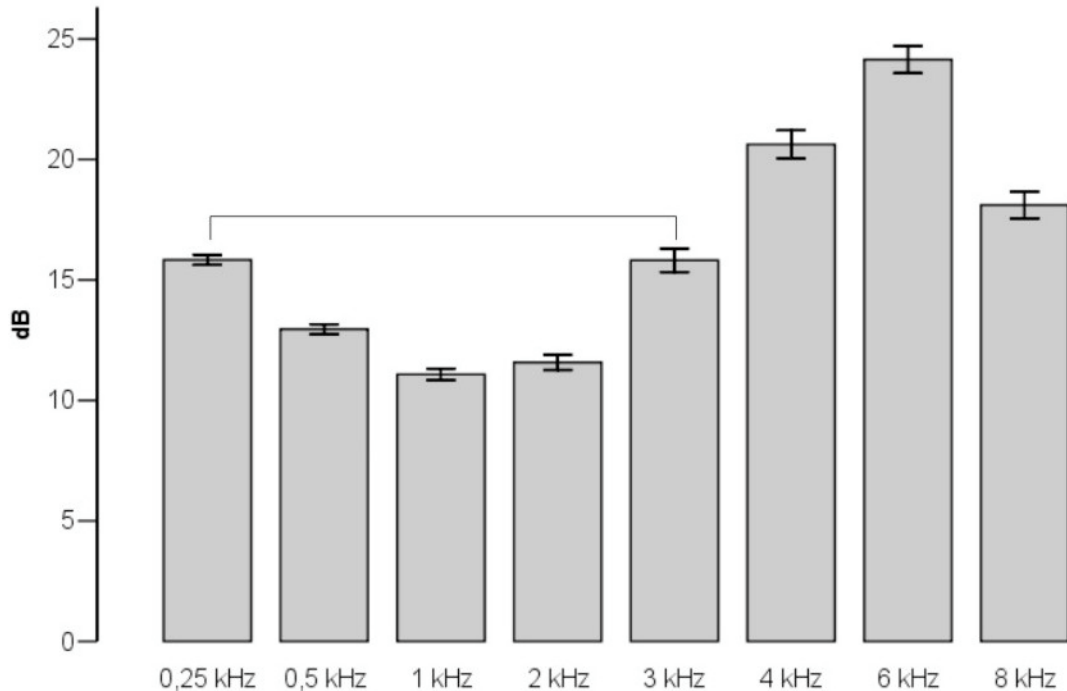


Figura 6 - Média \pm erro padrão dos resultados da audiometria convencional na amostra
Nota: A linha indica o par de frequências entre as quais não foram detectadas diferenças ($n=694$).

4.3.1.2 Audiometria de Alta Frequência (9 – 16kHz)

O modelo de análise utilizado nos resultados da audiometria convencional foi utilizado também para analisar os resultados da audiometria de alta frequência (ramo de atividade econômica (4 níveis); frequência (5 níveis); idade (covariável)).

Na análise estatística, verificou-se efeito significativo da covariável idade ($F_{1,689}=218,235$, $p < 0,001$). A média dos resultados dos trabalhadores com mais de 40 anos foi significativamente maior em comparação aos trabalhadores com até 40 anos ($p < 0,001$). Após o controle do efeito da covariável, o fator ramo de atividade não apresentou efeito significativo sobre as médias dos limiares audiométricos ($F_{3,689}=0,340$, $p=0,796$). Já o fator frequência mostrou efeito significativo ($F_{4,2756}=17,317$, $p < 0,001$). O procedimento de comparações múltiplas encontrou

diferenças significativas entre todas as frequências, com exceção de 9 e 10kHz ($p=0,318$) (Figura 7).

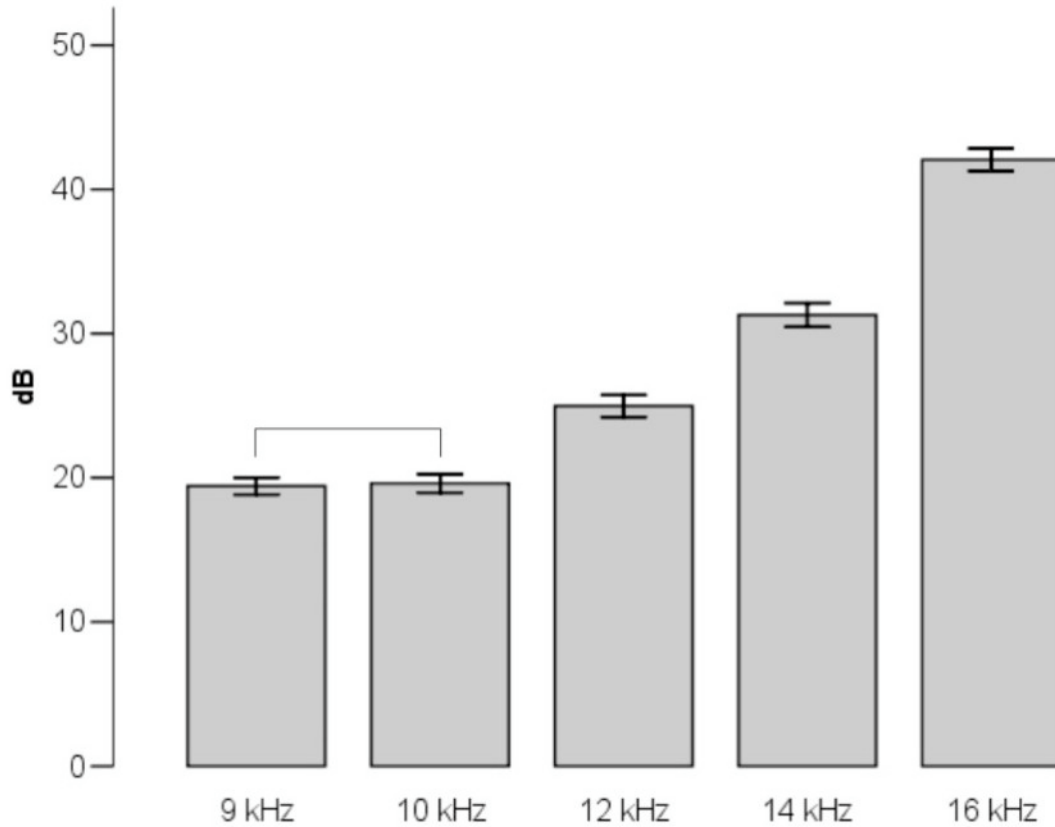


Figura 7 - Média \pm erro padrão dos resultados da audiometria de alta frequência na amostra
Nota: A linha indica o par de frequências entre as quais não foram detectadas diferenças ($n=694$).

Em relação à interação ramo de atividade e a frequência, foi encontrado efeito estatisticamente significativo ($F_{1, 2756}=2,645$, $p=0,011$). Análises *pos hoc* demonstraram diferenças significativas entre os ramos de atividade econômica nas frequências de 14kHz ($F_{3, 690}=3,747$, $p=0,011$) e 16kHz ($F_{3, 690}=3,515$, $p=0,015$).

Na frequência de 14kHz a marmoraria apresentou média dos limiares audiométricos significativamente menor em comparação ao ramo fabricação de cimento ($p=0,006$) e metalúrgico ($p=0,003$) e na frequência de 16kHz, menor que o ramo metalúrgico ($p=0,001$) (Figura 8).

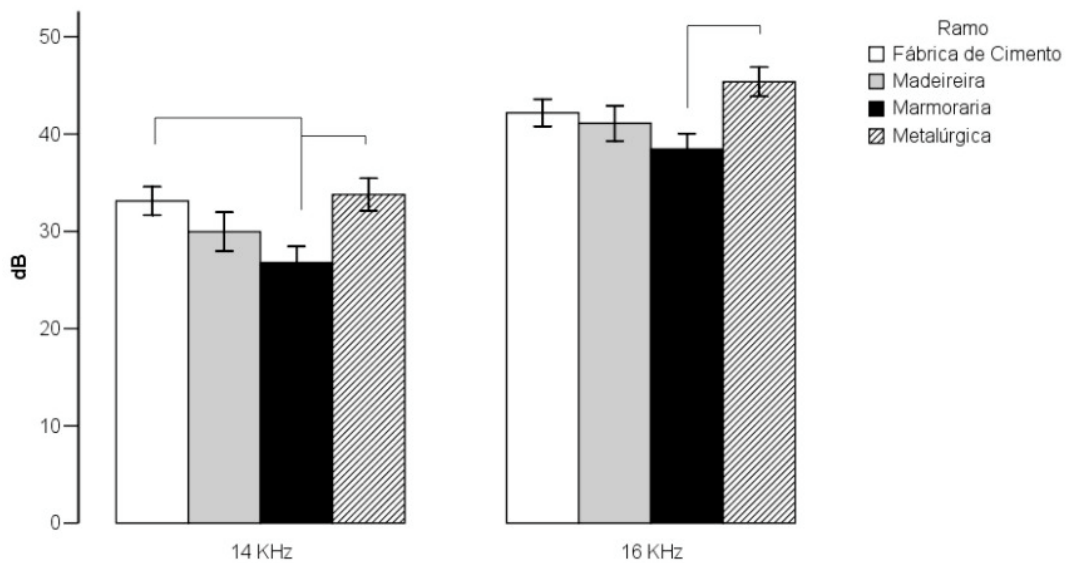


Figura 8 - Média \pm erro padrão dos resultados da audiometria nas frequências 14 e 16kHz dBNA para cada ramo de atividade

Com as variáveis ramos de atividade econômica e médias dos limiares audiométricos nas frequências de 0,25 a 16kHz, verificou-se, independentemente do tipo de ramo de atividade, semelhança no traçado audiométrica, e à medida que avançava para as altas frequências o limiar auditivo se elevava. Apesar de as frequências de 6kHz, 9kHz e 12kHz apresentarem diferenças entre os ramos de atividade, somente as frequências de 14kHz e 16kHz foram estatisticamente significativas ($p=0,011$, $0,015$, respectivamente) (Figura 9).

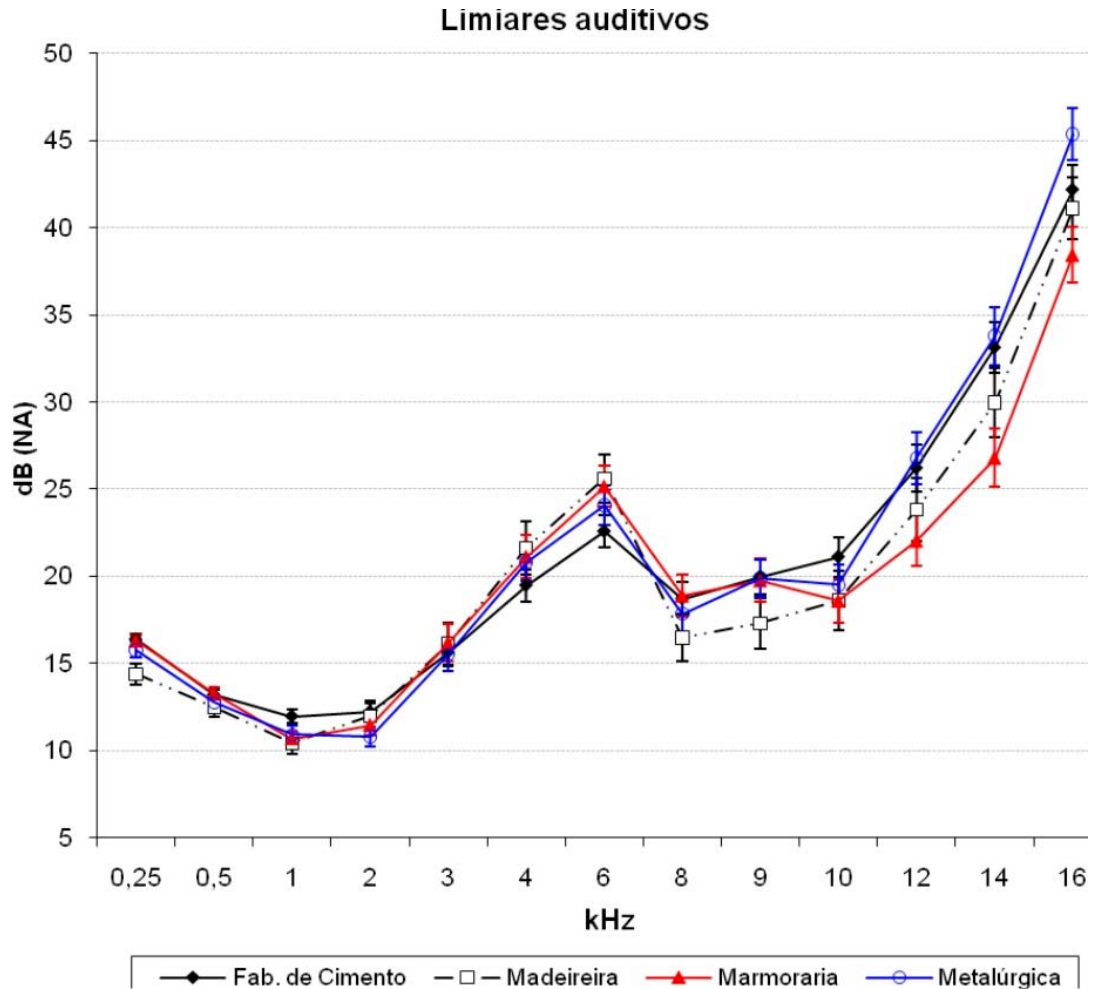


Figura 9 - Média de limiars dBNA auditivos dos trabalhadores segundo ramo de atividade econômica - Distrito Federal - 2008-2009

Comparando a média dos limiars audiométricos e os resultados encontrados na análise espectral, de cada ramo de atividade avaliado, verificou-se que o ramo metalúrgico apresentou as maiores médias de limiars audiométricos nas altas frequências em comparação com os demais ramos de atividade, além de registrar Leq global mais elevado do que os demais ramos de atividade econômica (91,0dB) (Tabela 31).

Tabela 31 - Comparação entre os limiares audiométricos e os resultados da análise espectral, segundo as bandas de oitavas de frequências e os ramos de atividade econômica - Distrito Federal - 2008-2009

Banda de oitava (Hz)	Ramos de atividade econômica								
	Madeira			Marmoraria			Metalúrgica		
	Leq (dB)	Média (dB)	EP	Leq (dB)	Média (dB)	EP	Leq (dB)	Média (dB)	EP
31,5	62,4	-	-	64,2	-	-	71,5	-	-
63	60,1	-	-	63,8	-	-	71,7	-	-
125	65,8	-	-	63,1	-	-	76,6	-	-
250	72,2	14,4	0,6	66,6	16,3	0,3	82,6	15,8	0,5
500	73,9	12,5	0,6	71,0	13,3	0,3	81,8	12,7	0,5
1	78,6	10,4	0,7	73,2	10,7	0,4	81,2	10,9	0,5
2	80,5	12,0	0,9	74,9	11,5	0,6	81,0	10,8	0,6
4	73,7	21,6	1,5	74,3	21,1	1,3	82,2	20,8	1,1
8	71	16,5	1,3	71,7	18,9	1,2	85,4	17,8	1,1
16	58,7	41,1	1,8	62,0	38,5	1,6	77,9	45,4	1,5
Leq global	84,3	-	-	82,5	-	-	91	-	-

Nota: Leq nível equivalente de pressão sonora, média dos limiares audiométricos, EP erro padrão.

5 DISCUSSÃO

O presente estudo buscou identificar os fatores associados às condições de trabalho predisponentes à instalação de problemas auditivos nos trabalhadores vinculados a indústrias que geram ruído no cumprimento de suas atividades diárias.

Os dados obtidos durante a anamnese clínico-ocupacional mostraram que a maioria dos trabalhadores (70,4%) apresentou de média a baixa escolaridade (até o 1.º grau), alta prevalência em relação à adesão ao uso de EPI auricular (82,1%) e presença de zumbido (36,3%) como a principal queixa auditiva.

A baixa escolaridade demanda uma atenção especial por parte das empresas no sentido de estarem atentas às necessidades específicas relacionadas às formas de educação, vigilância e controle no uso de medidas preventivas relativas à saúde ocupacional (27, 91, 117).

Apesar de não ter sido objetivo deste estudo avaliar a adesão dos trabalhadores ao uso do EPI, chamou atenção o fato de que foi encontrada uma alta prevalência de entalhe audiométrico e da presença de zumbido nos trabalhadores avaliados, sendo que a maioria destes trabalhadores (82,1%) referiu que fazia uso do protetor auditivo, durante a jornada de trabalho.

Estes resultados suscitam algumas dúvidas:

- Se os trabalhadores estariam utilizando os EPIs auriculares corretamente, ou apenas para “cumprir” exigência legal;
- Se a qualidade e características dos protetores auditivos estariam em conformidade com as características da exposição, de forma a oferecer a proteção esperada;
- Se o treinamento e a supervisão oferecidos pelas empresas são suficientes e adequados ao nível de escolaridade dos trabalhadores.

Apesar da existência de EPIs auriculares com registro de atenuação por faixa de frequências, não foi possível encontrar nas normas brasileiras nenhuma menção da obrigatoriedade de medição da atenuação por frequência (28). De acordo com a NR 6, item 6.6.1, do Ministério do Trabalho e Emprego (111), o empregador tem a obrigação de fornecer o EPI e fiscalizar o trabalhador quanto ao uso desse equipamento nos trabalhos realizados em locais onde o nível de pressão sonora seja superior ao

estabelecido na NR 15, Anexos I e II (30); já ao trabalhador cabe usá-lo e conservá-lo adequadamente. Vale notar que o Governo estabelece o que necessita ser feito, mas não oferece à empresa sugestões de como conseguir bons resultados no seguimento dessas exigências (133). Sendo assim, a eficácia do uso do EPI auricular vai depender do gerenciamento de cada empresa.

Sabe-se que um EPI mal adaptado, independentemente do tipo de protetor, proporciona uma diminuição considerável na proteção (atenuação) oferecida (117). No entanto, uma boa indicação, adequação e gerenciamento quanto ao uso do EPI são ações determinantes na prevenção dos problemas auditivos decorrentes da exposição ao ruído (37, 117, 118, 134). Existem diferentes tipos de EPI auriculares que são projetados com diferentes capacidades de atenuação para diferentes faixas de frequências. Um estudo com diferentes tipos de protetores auriculares verificou que, quando bem adaptados e corretamente colocados, os EPI auriculares proporcionam boa atenuação dos limiares tonais: com protetor, variou de 33,7dB a 36,7dB nas frequências (117). Um bom controle administrativo e de engenharia, avaliação ambiental e audiométrica adequados, bem como a escolha do EPI auricular de acordo com o tipo de ruído da empresa, podem ser algumas das medidas de prevenção de perda auditiva (15).

Ao analisar as queixas auditivas, verificou-se que 36,3% dos trabalhadores pertencentes aos quatro ramos de atividade econômica apresentaram como principal queixa auditiva a presença de zumbido. Os trabalhadores com idade acima de 51 anos (17,4%) e com maior tempo na função (acima de 21 anos) (29,2%), foram os que mais relataram a presença deste sintoma, corroborada por outros autores (57, 105, 135). Uma explicação para esse fato poderia ser a influência da idade elevando os limiares das frequências mais altas, sugerindo redução no nível de atividade de células ciliadas da região basal coclear nos trabalhadores com queixa de zumbido (57).

A queixa de zumbido é mencionada em outros estudos como um dos principais sintomas da perda auditiva que, por sua vez, é um problema de saúde ocupacional mais prevalente nos ambientes industriais (102, 104, 105, 136-139). Além disso, o zumbido é um dos graves sintomas que podem acometer o ser humano, sendo superado apenas pelas dores e tonturas intensas e intratáveis (97).

O ramo madeireiro foi o que apresentou maior prevalência em todas as queixas relacionadas com o sistema auditivo (dificuldades para ouvir, otalgia, vertigem e

zumbido). Tal constatação pode ser decorrente do fato de que as empresas avaliadas deste ramo não apresentarem um gerenciamento na área de prevenção auditiva.

A prevalência de PAIR (55,3%) encontrada neste estudo corresponde aos achados da literatura, que, normalmente, apresentam uma variação de 15,9% a 57,1% (21, 35, 37, 38, 91), confirmando os dados estatísticos mundiais, o que caracteriza a PAIR como um problema de saúde pública (114, 121, 123), além de ser a segunda forma mais comum de perda auditiva neurossensorial, depois da presbiacusia (36).

Observou-se que a média dos limiares audiométricos e a presença de entalhe sugestivo de PAIR (33, 35, 57, 140) foram significativas nas altas frequências (Tabela 19 e Figura 8).

Neste estudo, a prevalência de entalhes em altas frequências (78%) acompanha a de outros autores, que observaram maior prevalência de perda auditiva em alta frequência em trabalhadores com histórico de exposição a níveis elevados de ruído (33, 61, 140). Tem-se como exemplo um estudo que comparou os resultados audiométricos de 47 combatentes de Corpo de Bombeiros expostos ao ruído com os resultados audiométricos de 33 militares que não expostos a ruído, e demonstrou uma diferença significativa nas frequências de 14kHz ($p=0,008$) e 16kHz ($p=0,0001$) entre eles, especialmente no grupo com idade de 40 a 49 anos (140). Em outro estudo similar, destaca-se a frequência de 12kHz (95%) entre os trabalhadores expostos a ruído (33).

O fato de a prevalência de entalhe auditivo sugestivo de PAIR ser mais presente nas altas frequências se explicaria em função da própria anatomia e da dinâmica de funcionamento da cóclea, além da falta de vascularização na região basal da cóclea (41). Alguns estudos verificaram que nas altas frequências há uma maior sensibilidade auditiva, com o aumento da idade, do que nas frequências baixas (141, 142). Tais achados corroboram a literatura e indicam que a audiometria de alta frequência pode ser utilizada clinicamente para diagnóstico clínico precoce do aparecimento da PAIR (33, 61, 140).

No Brasil, a NR 7 do Ministério do Trabalho e Emprego (Portaria 19, de 09 de abril de 1998) (54) define que o exame audiométrico deve ser realizado sempre pela via aérea nas frequências de 0,5kHz a 8kHz, porém ainda não há uma padronização para a realização da audiometria de alta frequência, bem como há

dificuldade na realização por conta do equipamento e das sensações do paciente. No entanto, a quantidade de trabalhadores expostos a níveis elevados de pressão sonora demanda a necessidade de se conhecer e se avaliar o risco que essa exposição acarreta para a saúde. Se a realização da audiometria de alta frequência não é viável, outra sugestão para avaliar as altas frequências seria o teste de emissões otoacústicas que avalia as células ciliadas e pode verificar frequências de até 10kHz, além de ser um teste objetivo e rápido (15, 24).

Dessa forma, pode-se afirmar que sem a realização da audiometria de alta frequência não teria sido possível detectar a perda auditiva do trabalhador no estágio inicial. Este procedimento foi, portanto, determinante para a identificação precoce de entalhe sugestivo de PAIR; fato este que também foi apontado por outros autores (21, 32, 33, 35, 62, 140). A avaliação de alta frequência pode trazer novas perspectivas relacionada ao diagnóstico precoce de danos auditivos recentes, decorrentes não só da intensidade elevada de ruído como de agentes etiológicos degenerativos, entre outros (55). Diante do exposto, verifica-se a necessidade de repensar as diretrizes e os parâmetros de avaliação impostos na Lei, se o objetivo consistir na promoção e preservação da saúde do trabalhador.

A questão da presença de entalhe sugestivo de PAIR, com o aumento da faixa etária e do tempo de exposição, pode ser decorrente do fato de que o trabalho nos ramos de atividade avaliados iniciam este ofício ainda jovens e passam toda a vida laboral na mesma atividade. A literatura considera que as alterações auditivas provocadas pelo ruído atingem seu nível máximo de lesão nos primeiros 6 a 10 anos de exposição ao ruído (72, 84, 143, 144).

Os resultados dos limiares audiométricos, tanto da audiometria convencional quanto da audiometria de alta frequência, apresentaram diferença significativa ($p < 0,001$) nos trabalhadores com mais de 40 anos. Vale ressaltar que o elevado nível de pressão sonora associado aos anos de profissão e (ou) a idade podem comprometer não só a audição como o bem-estar do trabalhador (104).

Ao investigar a condição ambiental dos diferentes ramos de atividade econômica (madeireira, marmoraria e metalúrgica), com o intuito de verificar possível associação com o tipo de configuração audiométrica do trabalhador em cada ambiente, verificou-se que os resultados das alterações audiológicas não coincidiram com o espectro de frequência encontrado em cada ramo de atividade analisados. Porém, na metalúrgica, o

tipo de espectro de ruído encontrado apresentou pico de frequência espectral de 8kHz. Sabe-se que esta frequência (8kHz) está localizada em uma região próxima à de maior vulnerabilidade da cóclea (21, 32, 37, 85).

Nas observações feitas no ambiente de trabalho, de cada ramo de atividade econômica, foi encontrado nível de pressão sonora superior a 100dB, com dose diária acima do permitido por Lei (100%). Assim sendo, os resultados deste estudo corroboram a literatura (36, 37, 138) e indicam que a exposição a NPS elevados (acima de 85dBA) sem proteção auditiva é um dos fatores que pode desencadear a PAIR (50). Segundo a American Academy of Otorrinolaryngology – Head and Neck Surgery (145), há quatro fatores que podem prejudicar a audição do trabalhador:

- Elevação do nível de pressão sonora (NPS);
- Distribuição espectral do NPS;
- Duração e distribuição do ruído;
- Exposição ao ruído cumulativo em dias, semanas ou anos.

Em relação aos resultados obtidos, duas situações destacaram-se, como descritas a seguir.

A primeira situação refere-se ao ramo metalúrgico que, na avaliação ambiental apontou a presença de intensidades mais elevadas do que os demais, com Leq global de 91,0dB, espectro do ruído mais agudo (pico em 8kHz), nível de pressão sonora de 103,3dB e dose acima de 100% (1422,0%). A análise estatística das avaliações efetuadas indicou uma associação estatisticamente significativa ($p < 0,005$) da presença de entalhes nas frequências altas (12kHz, 14kHz e 16kHz). Estes dados chamam atenção, pois essa indústria se destaca na adesão ao EPI. Dessa forma, tais achados suscitam alguns questionamentos:

- A colocação do EPI auricular estaria inadequada, ou o modelo não seria condizente com o tipo de ruído encontrado?
- As características físicas do ruído produzido no ramo metalúrgico seriam mais prejudiciais do que as verificadas nos demais ramos avaliados, afetando em maior proporção as altas frequências?

A segunda situação refere-se às madeireiras. Os trabalhadores deste ramo foram os que se submeteram a níveis de pressão sonora mais elevado (108,5dB), com maior dose de ruído durante a jornada de trabalho (2.924,1%), e que apresentaram

menor adesão ao uso do EPI auricular. Contrariamente ao que se esperava, essas indústrias foram as registraram apresentaram dados significativamente menores de presença de entalhe sugestivo de PAIR em comparação aos demais ramos de atividade econômica avaliados ($p < 0,031$). Essa evidência talvez possa ser justificada, em parte, pelo fato de o pico de frequência do espectro encontrado neste ramo ser de 2kHz, pois esta é uma frequência que não se localiza na base da cóclea (32, 35). A exposição a este tipo de ruído não deve provocar tantos danos auditivos como nas empresas em que o pico de frequência espectral seja mais alta.

Sabe-se que a exposição continuada em níveis elevados de pressão sonora é a principal causa de lesão no órgão de Corti; entretanto, a intensidade, o espectro e o tempo de exposição ao ruído podem modificar a vascularização da cóclea, levando a uma perda auditiva (74, 146, 147). A alta prevalência de entalhe auditivo sugestivo de PAIR sugere indícios de que, dependendo da frequência dominante do ruído (espectro sonoro), há uma extensão dos efeitos auditivos (39, 145). Um estudo realizado com trabalhadores do ramo metalúrgico que estavam expostos a níveis de pressão sonora elevados (acima de 85dBA), concluiu que os problemas cocleares são mais prejudiciais quando o ruído é composto por frequências altas (21).

Não foi possível estabelecer uma associação evidente entre a configuração audiológica e o espectro de ruído nos diferentes ramos de atividade laboral. Porém, existem fortes indícios de que o tipo de espectro de ruído possa influenciar nos resultados audiométricos, e, para comprovação de tal fato, seria necessária a realização de um estudo que envolvesse uma amostra que fosse estendida a outros ramos de atividade econômica, cujo pico espectral seja em frequências baixas.

Neste estudo, a avaliação do tipo de espectro foi determinante na compreensão da alta prevalência de entalhe auditivo sugestivo de PAIR no ramo metalúrgico e na elaboração de hipótese que justificassem os resultados audiométricos encontrados na madeireira. Por isso, acredita-se que uma atenção especial deve ser dada ao tipo de medição do ruído nas empresas, pois, na maioria das vezes, quando esta aferição é efetuada, é feita mediante a utilização apenas do medidor de nível de pressão sonora e não do analisador de frequência.

A Lei n.º 6.514/77, que trata do Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo à Segurança e Medicina do Trabalho (48) apresenta parâmetros para a adaptação das condições de trabalho às características

psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar conforto acústico, desempenho e segurança. A Lei determina quais são os requisitos a serem seguidos em cada segmento. Entretanto, cabe aos profissionais definir o que é melhor para cada situação.

Não é suficiente a existência legal de um programa de conservação auditiva. Impõe-se a adequação de suas propostas ao ambiente de trabalho, de forma mais direcionada, como, por exemplo, conhecimento do tipo de espectro de ruído e análise das altas frequências. Ademais, a informação repassada aos trabalhadores sobre o uso do EPI auricular (129, 130) deve ser clara, e a empresa deve realizar um acompanhamento individual periódico que evite o desencadear ou o agravamento de perdas auditivas (14).

Portanto, medidas preventivas com ênfase no monitoramento auditivo, incluindo análise de alta frequência (124, 139), além de controle e correção das condições ambientais da empresa com analisadores de frequências (27, 138) e de acompanhamento constante da saúde dos trabalhadores, são etapas decisivas no controle dos danos que o ruído pode ocasionar à saúde do trabalhador.

Este trabalho encontrou alguns obstáculos para a sua realização, conforme os comentários que se seguem:

Poucas empresas prontificaram-se a participar desta pesquisa, possivelmente uma explicação para este fato seja a de que, talvez, só tenham concordado em participar do estudo aquelas empresas que se consideravam com condições de trabalho adequadas. Essa situação determinou algumas dificuldades para a realização deste trabalho, como, por exemplo, a fábrica de cimento não autorizar medição do espectro de ruído e da dosimetria.

Outro obstáculo encontrado foi em relação ao tamanho da amostra. Estimava-se um mínimo de 400 trabalhadores, 100 em cada ramo de atividade econômica, mas foi possível avaliar apenas 347 trabalhadores. Diante disso, é possível que os resultados encontrados nesta pesquisa não retratem a realidade das condições de saúde auditiva dos trabalhadores em metalúrgicas, madeireiras, marmorarias e fábrica de cimento no DF, bem como no Brasil.

6 CONCLUSÃO

Entre os trabalhadores das empresas de marmoraria, madeira e metalúrgica não foram encontradas associações significativas da configuração audiométrica e o tipo de espectro de ruído, que permitissem verificar a influência do perfil espectral nas perdas auditivas, registradas pelas respostas audiométricas dos trabalhadores avaliados. A relação entre o Leq encontrado em 8kHz e 16kHz e o tipo de configuração audiométrica identificado pode ser evidenciada no ramo metalúrgico, que apresentou espectro numa frequência alta (8kHz), sugerindo que as características físicas do ruído podem ser o principal fator de risco na presença dos entalhes auditivos encontrados, principalmente nas altas frequências.

Na avaliação do ambiente de trabalho verificou-se que o NPS foi superior a 100dB nos ramos avaliados, e o limite máximo para a dose percentual, que deveria ser 100%, foi ultrapassado em todas as empresas avaliadas, em destaque o ramo madeireiro. É possível que o nível de exposição tenha determinado a extensão dos efeitos auditivos do ruído, identificados neste trabalho.

Com a avaliação de alta frequência, observou-se associação estatisticamente significativa de entalhes auditivos sugestivos de PAIR, independentemente da presença de entalhes significativos ou não nas demais frequências de audiometria convencional.

A realização da audiometria de alta frequência foi determinante para a identificação dos entalhes auditivos. Por isso, é possível afirmar que a avaliação auditiva do trabalhador nas frequências de 9-20kHz de forma habitual e sistemática constitui um instrumento eficiente para a identificação precoce de danos auditivos.

6.1 SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES

A análise do espectro de ruído no setor industrial é uma medida importante e deve ser habitualmente realizada, principalmente quando o ambiente de trabalho apresentar níveis de pressão sonora elevados (acima de 85dBA), e (ou) quando o espectro de ruído estiver concentrado nas frequências mais altas. Nesses casos,

torna-se necessária a implantação de medições ambientais mais específicas, como as obtidas com analisadores de frequências.

A legislação em vigor, especificamente os Anexos I e II da NR 15, Portaria n.º 3.214, de 08/06/1978 do Ministério do Trabalho e Emprego (30), não descreve, de maneira completa, a metodologia para o levantamento acústico nas indústrias nem detalha a menção da obrigatoriedade de medição do ruído ambiental, se é em filtro de oitavas ou de terça de oitava, para caracterizar tipo de espectro sonoro. Este procedimento facilitaria a seleção de medidas efetivas no controle da PAIR, fornecendo subsídios para a implantação de medidas preventivas de controle e correção das condições ambientais da empresa, minimizando os riscos auditivos e extra-auditivos que o ruído pode gerar à saúde do trabalhador. Faz-se necessária investigação ambiental ampla enfatizando o controle do ruído no ambiente de trabalho.

Diante dos dados deste estudo, foi possível verificar que o que as Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho, determinam não condiz com medidas que possam realmente prevenir os danos que a exposição ao ruído proporciona à saúde do trabalhador. Deve-se repensar as medidas adotadas para os procedimentos de prevenção das perdas auditivas, referentes à análise do espectro de ruído de cada ramo industrial, e acrescentar análise das altas frequências nas avaliações audiológicas.

Na estruturação de um programa de perda auditiva estão envolvidas decisões de ordem ética, política, legal e econômica, além de especificidades de cada empresa. Sendo assim, as ações para preservação da audição do trabalhador devem envolver o ambiente de trabalho, a investigação do perfil auditivo e de saúde do trabalhador e o desenvolvimento de ações educativas. Se o monitoramento audiológico tem como finalidade acompanhar a evolução do perfil auditivo de trabalhador, além de ser um instrumento de vigilância epidemiológico, é imprescindível verificar a necessidade de ampliação da análise audiométrica para as altas frequências se o intuito é a preservação da audição.

Apesar de as características da PAIR serem bem conhecidas, o enfoque deste estudo, a qualificação do ruído associado ao tipo de configuração audiométrica, não responde a todas as questões, mas oferece subsídios para novas pesquisas e novos questionamentos que podem ser como estímulo a outros estudos como, por exemplo:

- O tipo de espectro encontrado no ramo madeireiro explicaria a baixa prevalência de entalhes sugestivos de PAIR, mesmo apresentando o maior NPS encontrado, com menor adesão ao EPI?
- Como o tipo de espectro influencia na forma de morte das células ciliadas internas e externas?
- O trabalhador exposto a espectro de ruído, concentrado em alta frequência pode apresentar PAIR, mais precocemente do que em ambiente com espectro de ruído em baixa frequência?
- Se existisse EPI auricular com atenuação em frequências acima de 8kHz, a presença de entalhe auditivo nos trabalhadores da metalúrgica seria menor?

Acredita-se que as análises e conclusões deste trabalho tornar-se-ão mais um indicador eficaz na compreensão dessa questão e, certamente, contribuirão para subsidiar a implantação de medidas preventivas e ações de vigilância capazes de minimizar os efeitos do ruído ocupacional.

REFERÊNCIAS

1. McCullagh M. When hearing becomes part of healing. Case Reports, Journal Article. *Orthop Nurs*. 2002 Jul-Aug;21(4):64-8.
2. Carraro VA. A percepção da fala em indivíduos expostos a níveis elevados de pressão sonora. In: Morata TC, Zucki F, organizadores. *Caminhos para a saúde auditiva: ambiental-ocupacional*. São Paulo: Plexus; 2005. p.125-37.
3. Almeida SIC, Albernaz PLM, Zaia PA, Xavier OG, Karazawa EHI. História natural da perda auditiva ocupacional provocada por ruído. *Rev Assoc Med Bras*. 2000 Apr-June;46(2):143-58.
4. Neves-Pinto RM, Monteiro ARC, Seligman J. Perda auditiva induzida pelo ruído: revisão das publicações por brasileiros no período de 1938-1970. *F Med (Br)*. 1997;114(supl.2):47-62.
5. Rocha GC. *Trabalho, saúde e ergonomia: relação entre aspectos legais e médicos*. 5ª tiragem. Curitiba: Juruá; 2009. 152p.
6. Zhao F, Manchaiah VKC, French D, Price S. Music exposure and hearing disorders: an overview. *Int J Audiol*. 2010 Jan; 49(1):54-64.
7. May JJ. Occupational hearing loss. *Am J Ind Med*. 2000;37(1):112-20.
8. Gomes J, Lloyd O, Norman N. The health of the workers in a rapidly developing country: effects of occupational exposure to noise and heat. *Occup Med*. 2002;52(3):121-8.
9. Ferrite S, Santana V. Joint effects of smoking, noise exposure and age on hearing loss. *Occup Med*. 2005;55:48-53.
10. Kurmis AP, Stacey AA. Occupationally-acquired noise-induced hearing loss: a senseless workplace hazard. *Int J Occup Med Environ Health*. 2007;20(2):127-36.
11. Faria CAR, Suzuki FA. Avaliação dos limiares auditivos com e sem equipamento de proteção individual. *Rev Bras Otorrinolaringol*. maio-jun. 2008;74(3):417-22.

12. Lacerda ABM, Stival J. Análise da eficácia de um programa de prevenção da perda auditiva em uma indústria madeireira do ponto de vista fonoaudiológico. *J Bras Fonoaudiol.* 2001;1:192-7.
13. Guida HL. Efeitos psicossociais da perda auditiva induzida pelo ruído em ex-funcionários da indústria. *Acta ORL.* 2007;25(1):78-83.
14. Bramatti L, Morata TC, Marques JM. Ações educativas com enfoque positivo em programa de conservação auditiva e sua avaliação. *Rev. CEFAC [periódico na Internet].* 2008 [acesso em 29 out. 2008];10(3):[aproximadamente 3 p.]. Disponível em: <http://www.scielo.br>
15. Gonçalves CGO. Saúde do trabalhador: da estruturação à avaliação de programas de preservação auditiva. São Paulo: Roca; 2009.
16. Henry JA, Dennis KC, Schechter MA. General review of tinnitus: prevalence, mechanisms, effects, and management. *J Speech Lang Hear Res.* 2005;48(5):1204-35.
17. Oliveira SG. Proteção jurídica à saúde do trabalhador. 3ª ed. São Paulo: LTr; 2001.
18. Konings A, Van Laer L, Pawelczyk M, Carlsson PI, Bondeson ML, Rajkowska E, et al. Association between variations in CAT and noise-induced hearing loss in two independent noise-exposed populations. *Hum Mol Genet.* 2007 Aug.;16(15):1872-83.
19. Chang NC, Ho CK, Wu MT, Yu ML, Ho KY. Effect of manganese-superoxide dismutase genetic polymorphisms IVS3-23T/G on noise susceptibility in Taiwan. *Am J Otolaryngol.* 2009 Nov-Dec;30(6):396-400.
20. Konings A, Van Laer L, Michel S, Pawelczyk M, Carlsson PI, Bondeson ML, et al. Variation in HSP70 genes associated with noise-induced hearing loss in two independent populations. *Eur J Hum Genet.* 2009 Mar;17(3):329-35.
21. Araújo SA. Perda auditiva induzida pelo ruído em trabalhadores de metalúrgica. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2002;68:47-52.
22. Costa EA, Morata TC, Kitamura S. Patologia do ouvido relacionada com o trabalho. In: Mendes R. *Patologia do trabalho.* 2ª ed. São Paulo: Atheneu; 2003. p.1253-82. vol. 2.

23. Westman J, Walters JR. Noise and Stress: a comprehensive approach. *Environ Health Perspect.* 1981 Oct;41:291-309.
24. Kwitko A, organizador. Coletânea nº 1: PAIR, PAIRO, ruído, EPI, EPC, PCA, CAT, perícias, reparação e outros tópicos sobre audiologia ocupacional. São Paulo: LTr; 2001.
25. Fernandes M, Morata TC. Estudo dos efeitos auditivos e extra-auditivos da exposição ocupacional a ruído e vibração. *Rev Bras Otorrinolaringol.* set.-out. 2002;68(5):705-13.
26. Saliba TM. Manual prático de avaliação e controle do ruído: PPRA. 4ª ed. São Paulo: LTr; 2008.
27. Cavalli RCM, Morata TC, Marques JM. Auditoria dos programas de prevenção de perdas auditivas em Curitiba (PPPA). *Rev Bras Otorrinolaringol* [periódico na Internet]. maio-jun. 2004 [acesso em 10 out. 2008];70(3):[aproximadamente 12 p.]. Disponível em: <http://www.scielo.br>
28. Hoepfner MG, organizador. NR: normas regulamentadoras relativas à segurança e medicina do trabalho: capítulo V, título II, da CLT. São Paulo: Ícone; 2008.
29. Brasil. Norma regulamentadora nº 9. Programa de prevenção de riscos ambientais. Última alteração realizada em 09 de maio de 1994 pela Portaria da SSMT nº 8 [acesso em: 29 out. 2008]. Disponível em: www.trabalho.gov.br/legislacao/normasregulamentadoras
30. Brasil. Norma Regulamentadora nº 15. Atividades e operações insalubres. Revogado pela Portaria nº 3.751, de 23 de novembro de 1990. DOU [internet]. 26 nov. 1990 [acesso em: 29 out. 2008]. Disponível em: www.trabalho.gov.br/legislacao/normasregulamentadoras
31. Santos LP. Acompanhamento audiométrico de trabalhadores expostos a níveis de pressão sonora elevada. In: Bernardi APA, organizador. Conhecimentos essenciais para atuar bem em empresas: audiologia ocupacional. São José dos Campos: Pulso; 2003. p.99-102.
32. Farfán R, Corina, Leviante Y, Ringo, Silís F, Fresia. Audición de alta frecuencia em sujetos expuestos a ruidos/high frequency hearing in noise exposed subjects. *Rev Chil Tecnol Méd.* 2005 Jul;25(1):1178-86.

33. Castro IFC, Conde CA, Paiva APQF, Oliveira LTN, Bernardi APA. Estudo do perfil audiométrico em alta frequência em trabalhadores expostos a ruído. *Rev CEFAC*. abr.-jun. 2004;6(2):203-8.
34. El Dib RP, Silva EM, Morais JF, Trevisani VF. Prevalence of high frequency hearing loss consistent with noise exposure among people working with sound systems and general population in Brazil: a cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2008;8:151.
35. Somma G, Pietroiusti A, Magrini A, Coppeta L, Ancona C, Gardi S, et al. Extended high-frequency audiometry and noise induced hearing loss in cement workers. *Am J Ind Med*. 2008 Jun;51(6):452-62.
36. Rabinowitz PM. Noise-induced hearing loss. *Am Fam Physician*. 2000;61(9):2749-59.
37. Harger MRHC, Barbosa-Branco A. Efeitos auditivos decorrentes da exposição ocupacional ao ruído em trabalhadores de marmorarias no Distrito Federal. *Rev Assoc Med Bras*. 2004;50:396-9.
38. Boger ME. A influência do espectro de ruído na prevalência de perda auditiva induzida por ruído e zumbido em trabalhadores [dissertação]. Brasília (DF): Universidade de Brasília (UnB); 2007.
39. Mahendra Prashanth KV, Venugopalachar S. The possible influence of noise frequency components on the health of exposed industrial workers – a review. *Noise Health*. 2011 Jan-Feb;13(50):16-25.
40. Frazza MM, Munhoz MSL, Silva MLG da, Caovilla HH, Ganança MM. Som e audição. In: Munhoz MSL, Caovilla HH, Silva MLG, Ganança MM. *Audiologia clínica*. São Paulo: Atheneu; 2000. p.1-10. (Série Otoneurologia).
41. Santos TMM, Russo ICP, organizadores. *Prática da audiolgia clínica*. 7ª ed. São Paulo: Cortez; 2009.
42. Russo ICP. *Acústica e psicoacústica aplicada à fonoaudiologia*. São Paulo: Lovise; 1993.
43. Paul S. Som e ruído: releituras críticas de textos brasileiros. In: *Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica: Anais do XXIII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica*; 2010; Salvador-BA.

44. Feldman AS, Grimes CT, editors. Hearing conservation in industry. Baltimore: Williams & Wilkins; 1985.
45. Giampcoli E, Saad IFS, Cunha IA. Fundacentro. Normas de higiene ocupacional. São Paulo: Estrela; 2001. 40p.
46. Menezes PL, Griz S, Da Motta MA. Psicoacústica. In: Menezes PL, Caldas Neto S, Da Motta MA. Biofísica da audição. São Paulo: Lovise; 2005. p.63-71.
47. Bistafa SR. Acústica aplicada ao controle do ruído. São Paulo: Blucher; 2006.
48. Costa AT, organizador. Manual de segurança e saúde no trabalho: normas regulamentadoras NRs/consultoria técnica. 2ª ed. São Caetano do Sul, SP: Difusão; 2007. (Série Segurança e Saúde no Trabalho).
49. Menezes PL, Griz S, Motta MA. Acústica física. In: Menezes PL, Caldas Neto S, Motta MA. Biofísica da audição. São Paulo: Lovise; 2005; p.29-61.
50. Ferreira Júnior M. PAIR – perda auditiva induzida por ruído: bom senso e consenso. São Paulo: VB; 1998.
51. Gerges SNY. Ruído: fundamentos e controle. 2ª ed. Florianópolis: SNY; 2000.
52. Roeser RJ. Manual de consulta rápida em audiologia: um guia prático. Rio de Janeiro: Revinter; 2001.
53. Munhoz MSL, Silva MLG, Caovilla HH, Ganância MM, Frazza MM. Neuroanatomofisiologia da audição. In: Munhoz MSL, Caovilla HH, Silva MLG, Ganância MM. Audiologia clínica. São Paulo: Atheneu; 2000. p.19-43. (Série Otoneurológica).
54. Brasil. Portaria nº 19 de 9 de abril de 1998. Estabelece diretrizes e parâmetros mínimos para avaliação e acompanhamento da audição dos trabalhadores expostos a níveis de pressão sonora elevados. NR 7 – Programa de controle médico de saúde ocupacional. DOU, 30 dez. 1994. p.212-78.
55. Sahyeb DR, Costa Filho AO, Alvarenga KF. Audiometria de alta frequência: estudo com indivíduos audiologicamente normais. Rev Bras Otorrinolaringol. jan.-fev. 2003;69(1):93-9.

56. Lopes AC, Otubo KA, Basso TC, Marinelli EJI, Lauris JRP. Perda auditiva ocupacional: audiometria tonal & audiometria de altas frequências. *Arq Int Otorrinolaringol*. 2009;13(3):293-9.
57. Ribeiro FA, Burguetti AG, Peloggia RM, Carvalho RMM. Limiares de audibilidade em altas frequências em indivíduos com queixa de zumbido. *Arq Int Otorrinolaringol*. out.-dez. 2004;8(4):277-83.
58. Ferreira MS, Almeida K, Atherino CCT. Limiares de audibilidade em altas frequências em crianças com história de otite média secretora bilateral. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2007;73(2):231-8.
59. Sá L, Frota S. Audiometria de alta frequência. In: Frota S, Goldfeld M. *Enfoques em audiologia e surdez*. São Paulo: AM3 Artes; 2006. p.16-24.
60. Carvalho RMM, Koga MC, Carvalho M, Ishida IM. Limiares auditivos para altas frequências em adultos sem queixa auditiva. *Acta Otorrinolaringol*. 2007;25(1):62-6.
61. Ahmed HO, Dennis JH, Badran O, Ismail M, Ballal SG, Ashoor A, Jerwood D. High frequency (10-18 KHz) hearing thresholds: reliability, and effects of age and occupational noise exposure. *Occup Med*. 2001 Jun;51(4):245-58.
62. Silva IMC, Feitosa MAG. Audiometria de alta frequência em adultos jovens e mais velhos quando a audiometria convencional é normal. *Rev Bras Otorrinolaringol* [periódico na internet]. set.-out. 2006 [acesso em 10 out. 2008]; 72(56):[aproximadamente 9 p.]. Disponível em: <http://www.scielo.br>
63. Lopes LQ. Estudo dos limiares auditivos em altas frequências em adultos. [dissertação]. São Paulo (SP): Pontifícia Universidade Católica de São Paulo PUC; 2004.
64. Rossi MM, Ferreira Jr. M. O impacto do ruído urbano sobre a audição de operadores de tráfego. *Rev Bras Med Trab*. 2004;2(2):126-32.
65. Mendes MH, Morata TC, Marques JM. Aceitação de protetores auditivos pelos componentes de banda instrumental e vocal. *Rev Bras Otorrinolaringol*. nov.-dez. 2007;73(6):785-89
66. Stanbury M, Rafferty AP, Rosenman K. Prevalence of hearing loss and work-related noise-induced hearing loss in Michigan. *J Occup Environ Med*. 2008 Jan.;50(1):72-9

67. Isleb MHM, Santos LMO, Morata TC, Zucki F. In: Morata TC, Zucki F, organizadores. Saúde auditiva: avaliação de riscos e prevenção. São Paulo: Plexus; 2010.
68. Ginsberg IA, White TP. Considerações otológicas em audiologia. In: Katz J. Tratado de audiologia clínica. 4ª ed. São Paulo: Manole; 1999. p.6-27.
69. Menezes PL, Teixeira CF. Ruídos. In: Menezes PL, Caldas Neto S, Motta MA. Biofísica da audição. São Paulo: Lovise, 2005. p.73-83.
70. Stansfeld SA. Noise, noise sensitivity and psychiatric disorder: epidemiological and psychophysiological studies. Psychol Med. 1992;Suppl. 22:1-44.
71. National Institute for Occupational Safety and Health –NIOSH. NIOSH Criteria for a Recommended Standard: Occupational Noise Exposure. Revised Criterion. U. S. Department of Health and Human Services. NIOSH. 1998;98-26.
72. Morata TC, Lernasters GK. Considerações epidemiológicas para o estudo de perdas auditivas ocupacionais. In: Nudelmann AA, Costa EA, Seligman J, Ibanez RN. PAIR: perda auditiva induzida pelo ruído. Vol. 2. São Paulo: Revinter; 2001. p.1-16.
73. Henderson D, Hamernik R. Biologic Bases of noise: induced hearing loss. Occup Med. 1995 Jul-Aug;10(3):513-34.
74. De Biase NG. Estrutura e função do sistema auditivo periférico: identificando sons com máximo aproveitamento e precisão e com mínimo comprometimento. In: Bernardi APA, organizador. Conhecimentos essenciais para atuar bem em empresas: audiologia ocupacional. São José dos Campos: Pulso; 2003. p.29-48.
75. Phaneuf R, Héту R. An epidemiological perspective of the causes of hearing loss among industrial workers. J Otolaryngol. 1990 Feb;19(1):31-40.
76. Bovo R, Ciorba A, Martini A. Genetic factors in noise induced hearing loss. Audiol Med; 2007;5(1):25-32.
77. Melnick W. Saúde auditiva do trabalhador. In: Katz J. Tratado de audiologia clínica. 4ª ed. São Paulo: Manole; 1999. p.529-47.
78. Toppila E, Pyykko I, Starck J. Age and noise-induced hearing loss. Scand Audiol. 2001;30(4):236-44.

79. Yang M, Tan H, Zheng JR, Wang F, Jiang CZ, He M, Chen Y, Wu T. Association of cadherin CDH23 gene polymorphisms with noise induced hearing loss in chinese workers. *Wei Sheng Yan Jiu*. 2006 Jan;35(1):19-22.
80. Yang M, Tan H, Zheng JR, Jiang CZ. Relationship between GSTM1 and GSTT1 gene polymorphisms and noise induced hearing loss in Chinese workers. *Wei Sheng Yan Jiu*. 2005 Nov;34(6):647-9.
81. Sliwinska-Kowalska M, Noben-Trauth K, Pawelczyk M, Kowalski TJ. Single nucleotide polymorphisms in the cadherian 23 (CDH23) gene in Polish workers exposed to industrial noise. *Am J Hum Biol*. 2008 Jul-Aug;20(4):481-3.
82. Sliwinska-Kowalska M, Dudarewicz A, Kotylo P, Zamyslowska-Szmytko E, Pawlaczyk-Luszczynska M, Gajda-Szadkowska A. Individual susceptibility to noise-induced hearing loss: choosing an optimal method of retrospective classification of workers into noise-susceptible and noise-resistant groups. *Int J Occup Med Environ Health*. 2006;19(4):235-45.
83. Nudelmann AA, Costa EA, Seligman J, Ibãñez RN. PAIR: perda auditiva induzida por ruído. Porto Alegre: Bagagem Comunicação; 1997.
84. Fiorini AC. Conservação auditiva: estudo sobre o monitoramento audiométrico em trabalhadores de uma indústria metalúrgica [dissertação]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 1994.
85. Corrêa Filho HR, Costa LS, Hoehne EL, Pérez MAG, Nascimento LCR, Moura EC. Perda auditiva induzida por ruído e hipertensão em condutores de ônibus. *Rev Saúde Pública* [periódico na internet]. dez. 2002 [acesso em 27 jan. 2009];36(6): [aproximadamente 10 p.]. Disponível em: <http://www.scielo.br>
86. Kwitko A, organizador. Coletânea nº 2: audiologia forense, CAT, por perda auditiva: e outros tópicos sobre audiologia ocupacional. São Paulo: LTr; 2004.
87. Lasmar A. Diagnóstico da doença profissional induzida pelo ruído. In: Nudelmann AA, Costa EA, Seligman J, Ibañez RN. PAIR: perda auditiva induzida pelo ruído. 2ª ed. Porto Alegre: Bagagem Comunicação; 1997. p.153-162.
88. Teles RM, Medeiros MPH. Perfil audiométrico de trabalhadores do distrito industrial de Maracanaú-CE. *Rev Soc Bras Fonoaudiol* [periódico na internet]. jul.-set. 2007 [acesso em 29 out. 2008];12(3):[aproximadamente 10 p.]. Disponível em: <http://www.scielo.br>.

89. Morata TC, Dunn DE. Occupational hearing loss. *Occup Med.* 1995;10(3):641-56.
90. Gonçalves CGO, Iguti AM. Análise de programas de preservação da audição em quatro indústrias metalúrgicas de Piracicaba, São Paulo, Brasil. *Cad Saúde Pública* [periódico na internet]. mar. 2006 [acesso em 23 out. 2008];22(3): [aproximadamente 10 p.]. Disponível em: <http://www.scielo.br>
91. Guerra MR, Lourenço PMC, Bustamante-Teixeira MT, Alves MJM. Prevalência de perda auditiva induzida por ruído em empresa metalúrgica. *Rev Saúde Pública* [periódico na internet]. abr. 2005 [acesso em 29 out. 2008];39(2): [aproximadamente 7 p.]. Disponível em: <http://www.scielo.br>.
92. Almeida ACC, Almeida FS, Silva JV, Pialarissi PR, Miranda MS. Avaliação auditiva em trabalhadores expostos a níveis elevados de pressão sonora industrial. *J Bras Med.* set. 2007;93(3):9-19.
93. Phillips SL, Henrich VC, Mace ST. Prevalence of noise-induced hearing loss in student musicians. *Int J Audiol.* 2010;49(4):309-316.
94. Lopes G, Russo ICP, Fiorini AC. Estudo da audição e da qualidade de vida em motoristas de caminhão. *Rev CEFAC* [periódico na internet]. out.-dez. 2007 [acesso em 20 out. 2009];9(4):[aproximadamente 11 p.]. Disponível em: <http://www.scielo.br>.
95. Gonçalves CGO, Mota PHM, Marques JM. Ruído e idade: análise da influência na audição em indivíduos com 50 – 70 anos. *Pró-Fono R Atual Cient* [periódico na internet]. jan.-mar. 2009 [acesso em 20 out. 2008];21(1):[aproximadamente 6 p.] Disponível em: <http://www.scielo.br>.
96. Ferrari GMS, Sanchez TG. The influence of BTE hearing aid earmold ventilation on tinnitus control: crossover blind randomized clinical trial. In: XVIII IFOS World Congress; 2005 June; Rome, Italy. p.25-30.
97. Sanchez TG, Bento RF, Minite A, Câmara J. Zumbido: característica e epidemiologia. Experiência do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 1997;63:229-35.
98. Hallam RS, Rochman S, Hinchcliff R. Psychological aspects of tinniturs. In: Rachman R, editor. *Contributions to medical psychology.* Oxford: Pergamon Press; 1984. p.31-4.

99. Sanley TL, Nodas RH. Tinnitus: presente and future. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2001;9:323-8.
100. Bonaconsa A, Mazzoli M, Magnano S L A, Milanesi C, Babighian G. Posturography measures and efficacy of different physical treatments in somatic tinnitus. *Int Tinnitus J.* 2010; 16(1):44-50.
101. Olsen SO. Zumbido: resultado da exposição a níveis sonoros excessivos. In: Nudelman AA, Costa EA, Seligman J, Ibanez RN. PAIR – perda auditiva induzida pelo ruído. Vol. 2. Rio de Janeiro: Revinter; 2001. p.93-105.
102. Eggermont JJ. Pathophysiology of tinnitus. *Prog Brain Res.* 2007;166:19-35.
103. Steinmetz LG, Zeigelboim BS, Lacerda AB, Morata TC, Marques JM. Características do zumbido em trabalhadores expostos a ruído. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2009;75(1):7-14.
104. Muluk NB, Oguztürk O. Occupational noise-induced tinnitus: does it affect workers' quality of life? *J Otolaryngol Head Neck Surg;* 2008;37(1):65-71.
105. Nondahl DM, Cruickshanks KJ, Wiley TL, Klein BEK, Klein R, Chappell R et al. The ten-year incidence of tinnitus among older adults. *Int J Audiol.* 2010;49(8):580-5.
106. Teixeira CF, Augusto LGS, Morata TC. Saúde auditiva de trabalhadores expostos a ruído e inseticidas. *Rev Saúde Pública.* 2003;37(4):417-23.
107. Silva LF, Mendes R. Exposição combinada entre ruído e vibração e seus efeitos sobre a audição de trabalhadores. *Rev Saúde Pública* [periódico na internet]. jan. 2005. [acesso em 10 out. 2008];39(1):[aproximadamente 10 p.]. Disponível em: <http://www.scielo.br>.
108. Mohammadi S, Mazhari MM, Mehrparvar AH, Attarchi MS. Cigarette smoking and occupational noise-induced hearing loss. *Eur J Public Health.* 2010 Aug; 20(4):452-5.
109. Fiorini AC, Nascimento PES. Programa de prevenção de perdas auditivas. In: Nudelman AA, Costa EA, Seligman J, Ibañez RN. PAIR – perda auditiva induzida pelo ruído Vol. 2. Rio de Janeiro: Revinter; 2001.

110. Royster JD, Royster LH. Hearing protection In: Royster JD, Royster LH. Hearing conservation program: practical guidelines for success. Boca Raton: Lewis, 1990. p.45-60.
111. Brasil. Norma Regulamentadora nº 6 do capítulo V, Título II, da CLT. Equipamento de proteção individual - EPI. Última alteração realizada em 15 de outubro de 2001 pela Portaria da SSMT nº 25 [acesso em: 29 out. 2008]. Disponível em: www.trabalho.gov.br/legislacao/normasregulamentadoras
112. Gerges SNY. Protetores auditivos. 1ª ed. Florianópolis: NR; 2003.
113. Kwitko A, Silveira ALB, Salami DA, Martins AP, Fagundes RC. A deterioração de EPIs auditivos de inserção, In: Kwitko A, organizador. Coletânea nº3: EPIs auditivos, a irrealidade do NRR e NRR-SF, escolha individual, tempo de vida útil. São Paulo: LTr; 2006.
114. Nacional Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH. U. S. Department of Health and Human Services – Public Health Service – Centers for Disease Control and Prevention. Preventing occupational hearing loss – A practical guide, Edited by John Franks, Mark R. Stephenson, and Carol J. Merry; June 1996/Revised October 1996.
115. Rabinowitz PM, Galusha D, Dixon-Ernst C, Slade MD, Cullen MR. Do ambient noise exposure levels predict hearing loss in a modern industrial cohort? *Occup Environ Med.* 2007 Jan;64(1):53-59.
116. Rodrigues MAG, Dezan AA, Marchiori LLde M. Eficácia da escolha do protetor auditivo pequeno, médio e grande em programa de conservação auditiva. *Rev CEFAC.* 2006;8(4):543-7.
117. Avagliano A, Almeida K. Estudo do desempenho de diferentes tipos de protetores auditivos. *Rev CEFAC.* 2001; (1):77-87.
118. Brasil. Portaria nº 3.214 de 08 de junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras do Capítulo V, Título II, da CLT, relativas à segurança e medicina do trabalho. *Diário Oficial [da] União.* 06 jul. 1978.
119. Brasil. Norma Regulamentadora nº 7 do capítulo V, Título II, da CLT. Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. Última alteração realizada em 09 de maio de 1994 pela Portaria da SSMT nº 8. [acesso em: 29 out. 2008]. Disponível em: www.trabalho.gov.br/legislacao/normasregulamentadoras

120. Brasil. Ministério da Previdência e Assistência Social. Ordem de Serviço n.º 608 de 05 de agosto de 1998. Norma Técnica sobre Perda Auditiva Neurossensorial por Exposição continuada a níveis elevados de Pressão Sonora de origem Ocupacional. Brasília: Diário Oficial da União. 1998:44.
121. World Health Organization WHO. Calls on private sector to provide affordable hearing aids in developing world. WHO/34 [periódico na internet]. 2001 July 11. [acesso em 27 abr. 2008]; [aproximadamente 2 p.]. Disponível em: <http://www.who.int/inf-pr-2001/en/pr2001-34.html>
122. Suter AH, Lempert BL, Franks JRJ. Real-ear attenuation of earmuffs in normal hearing and hearing impaired individuals. *Acoust Soc Am*. 1990;87(5):2114-7.
123. Sulkowski WJ, Szymczak W, Kowalska S, Sward-Matyja M. Epidemiology of occupational noise-induced hearing loss (ONIHL) in Poland. *Otolaryngol Pol*. 2004;58(1):233-6.
124. Bicciolo G, Ruscito P, Rizzo S, Frenguelli A. Evoked otoacoustic emissions in noise-induced hearing loss. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 1993 Nov-Dec;13(6):505-15.
125. Robertson C, Kerr M, Garcia C, Halterman E. Noise and hearing protection: latino construction workers' experiences. *AAOHN J*. 2007 Apr;55(4):153-60.
126. Ikeda N, Murray CJL, Salomon JA. Tracking population health based on self-reported impairments: trends in the prevalence of hearing loss in U S adults, 1976-2006. *Am J Epidemiol*. 2009 Jul 1;170(1):80-7.
127. Bedi R. Evaluation of occupational environment in two textile plants in Northern India with specific reference to noise. *Ind Health*. 2006 Jan;44(1):112-6.
128. Thorne PR, Ameratunga SN, Stewart J, Reid N, Williams W, Purdy SC, et al. Epidemiology of noise-induced hearing loss in New Zealand. *N Z Med J*. 2008 Aug 22;121(1280):33-44.
129. Stephenson MT, Witte K, Vaught C, Quick BL, Booth-Butterfield S, Patel D, et al. Using persuasive messages to encourage voluntary hearing protection among coal miners. *J Safety Res*. 2005;36(1):9-17.

130. Stephenson R, Merry CJ. A comparison and contrast of workers' vs. Health and safety professionals' attitude and beliefs about preventing occupational hearing loss. NIOSH poster presented at National Hearing Conservation Association Annual Conference Feb 25-27, 1999. Atlanta GA.
131. Ribeiro BMP, Costa CA da, Roldão CD, Garavelli SL. Quantificação dos níveis de pressão sonora em bandas militares. In: 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental; 2007; Belo Horizonte-MG. p.1-4.
132. Frazza M M, Caovilla HH, Munhoz MSL, Silva MLGda, Ganança MM. Audiometria tonal e vocal. In: Munhoz MSL, Caovilla HH, Silva MLG, Ganança MM. Audiologia clínica. Vol. 2 São Paulo: Atheneu; 2000. p.49-72. (Série Otoneurologia).
133. Lehmkuhl CB. Práticas para a prevenção de perdas auditivas: comparação entre aspectos legislativos e científicos. In: Morata TC, Zucki F, organizadores. Caminhos para a saúde auditiva: ambiental-ocupacional. São Paulo: Plexus; 2005.
134. Neves EB, Soalheiro M. A proteção auditiva utilizada pelos militares do Exército Brasileiro: há efetividade?. Ciênc Saúde Coletiva [periódico na internet]. maio 2010 [acesso em 02 maio 2011];15(3):[aproximadamente 11 p.]. Disponível em: <http://www.bireme.br>
135. Dias A, Cordeiro R, Corrente JE, Gonçalves CGO. Associação entre perda auditiva induzido pelo ruído e zumbidos. Cad Saúde Pública [periódico na internet]. jan. 2006 [acesso em 23 out. 2008];22(1):[aproximadamente 7 p.]. Disponível em: <http://bases.bireme.br>
136. Fernandes AP, Mordini CA, Branco FC, Freire GM, Palomo MMB, Rodrigues PF, Marques SR. A exposição ao ruído industrial e a saúde geral do trabalhador [dissertação]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 1993.
137. Souza AM, Pennacchi LPMS, Silva PCB, Ferreira VEJA. Prevalência do zumbido como sintoma de perda auditiva provocada por ruído. Rev CEFAC. 2002; 4:195-8.
138. Boger ME, Barbosa-Branco A, Ottoni AC. A influência do espectro de ruído na prevalência de perda auditiva induzida por ruído em trabalhadores. Braz J Otorhinolaryngol. 2009;75(3):328-34.

139. Ben I, Nageris MD, Joseph A, Eyal Raveh MD. Test-retest tinnitus characteristics in patients with noise-induced hearing loss. *Am J Otolaryngol Head Neck Med Surg* [periódico na Internet]. 2009 [acesso em 15 mar. 2010]; [aproximadamente 4 p.]. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>.
140. Rocha RLO da, Atherino CCT, Trota SMMC. Audiometria de altas frequências em bombeiros militares com audiometria normal expostos ao ruído. *Braz J Otorhinolaryngol* [periódico na internet]. nov.-dez. 2010 [acesso em 02 maio 2011];76(6):[aproximadamente 11 p.]. Disponível em: <http://www.bireme.br>.
141. Fouquet ML. Limiares de audibilidade nas frequências ultra-altas de 9 a 18kHz em adultos de 18 a 30 anos [monografia]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina; 1997.
142. Stelmachowicz PG, Beauchaine KA, Kalberer A, Jesteadt W. Normative thresholds in the 8 to 20 kHz range as a function of age. *J Acoust Soc Am*. 1989;86(4):1384-91.
143. Costa EA. Teses e dissertações brasileiras sobre a perda auditiva induzida pelo ruído ou por outros agentes otoagressores. In: Nudelmann AA, Costa EA, Seligman J, Ibañez RN. PAIR – Perda auditiva induzida pelo ruído. Vol. 2. Rio de Janeiro: Revinter; 2000. [acesso em 24 nov. 2009]. Disponível em: <http://www.ergonet.com.br/downloads-diversos.htm>
144. Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva. Boletim nº 6. Recomendações mínimas para a elaboração de um PCA. Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva. In: Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica: Anais do XXIII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica; 2010; Salvador-BA.
145. American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Foundation, Inc. Guide for conservation of hearing in noise. Washington, DC; 1988.
146. Henderson D, Salvi RJ, Boettcher FA, Clock AE. Cap. 4. Correlatos neurofisiológicos da perda auditiva neurosensorial. In: Katz J. Tratado de audiologia clínica. 4ª ed. São Paulo: Manole; 1999. p.36-52.
147. Costi R, Lusco DR, Sarli L. Comment on a balanced approach to choledocholithiasis. *Surg Endosc*. 2002;16(4):724-5.

ANEXOS

ANEXO A - MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL POR NÍVEL DE PRESSÃO SONORA, ANEXO I DA NR 15, PORTARIA 3.214/78/MT

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

ANEXO B - PROCESSO DE ANÁLISE DE PROJETO DE PESQUISA

ANEXO C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – DOCENTE

Esta pesquisa tem como objetivo realizar um levantamento dos efeitos do espectro de ruído ocupacional e sua influência na audição de trabalhadores em diversas atividades no Distrito Federal.

Serão realizados os seguintes procedimentos: entrevista com questões relacionadas a sua atividade laboral e extra-laboral, estado de saúde, identificação pessoal, antecedentes familiares, todos esses elaborados pela pesquisadora. Será realizado um exame audiométrico e inspeção do conduto auditivo externo.

Os dados obtidos serão utilizados com fins científicos, mas o sigilo de sua participação será assegurado. Sua participação é voluntária, sendo assegurado o seu direito de desistir da participação nesta pesquisa, mesmo tendo assinado o presente documento.

Esta pesquisa será desenvolvida pelas pesquisadoras Áurea Otoni de Oliveira Canha e Marlene Escher Boger sob a orientação da professora Dr.^a Anadergh Barbosa de Abreu Branco da Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília. Informações adicionais podem ser obtidas diretamente com a pesquisadora, no ambulatório de Saúde do Trabalhador da Universidade de Brasília ou pelos telefones 061-84215093 ou 061-33073373

Solicitamos seu consentimento para participar deste trabalho e colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos necessários.

Eu, _____, concordo em participar desta pesquisa.

Testemunhas:

Participante:

Brasília, ____ de _____ 2008.

ANEXO D - CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS PARTICIPANTES

As empresas avaliadas referiram possuir um programa de prevenção de perda auditiva (PPPA) e programa de controle médico de saúde ocupacional (PCMSO), mas nenhuma delas possuía um documento estruturado com determinação formal das etapas que compõem um programa.

Observou-se também que as medições do ambiente são realizadas, basicamente, pelo medidor de nível de pressão sonora.

As empresas selecionadas para este estudo deveriam estar classificadas como médio ou grande porte e com fator de risco entre 3 ou 4.

1. **Fábrica de cimento:** empresas neste ramo de atividade são classificadas como sendo de grande porte e com fator de risco 4. A única empresa participante contava com 680 trabalhadores. Após a verificação dos critérios de inclusão para esta pesquisa, apenas 104 trabalhadores fizeram parte deste estudo.

Características do local de trabalho:

- Jornada de trabalho: 8 horas/dia.
- Espaço físico: aberto.
- Maquinário utilizado pelos trabalhadores: cortadeira, torno mecânico, ponte rolante, soldadeira, guindaste, moagem, ensacadeira e serradeira.
- Equipamento de proteção individual Auricular: tipo plug ou concha.
- Controle audiológico: os exames audiométricos são realizados em uma clínica fora da empresa (serviço terceirizado).
- PCMSO e PPPA: fazem exames anualmente.
- Total de equipamentos operados no recinto de trabalho: 30 de grande porte.
- Esta empresa possui 4 (quatro) técnicos de segurança

2. **Madeira:** Empresas neste ramo de atividade são classificadas como sendo de médio porte e com fator de risco 3. Dos 132 trabalhadores de duas empresas, 61 participaram deste estudo.

Características do local de trabalho:

- Jornada de trabalho: 8 horas/dia.
- Espaço físico: a área de produção está situada nos fundos da loja, tendo a lateral aberta e uma porta aberta na frente. O maquinário está localizado neste recinto.
- Maquinário utilizado na empresa: máquina de desengrosso, tupia, lixadeira, furadeira e seccionadora.
- Equipamento de proteção individual Auricular: tipo plug ou concha.
- Controle audiológico: os exames audiométricos são realizados em uma clínica fora da empresa (serviço terceirizado).
- PCMSO e PPPA: fazem exames anualmente.
- Nenhuma das empresas possuem técnico de segurança.

Empresa 1:

Total de trabalhadores: 72

Trabalhadores participantes: 38

Total de equipamentos operados no recinto de trabalho: 10

Empresa 2:

Total de trabalhadores: 60

Trabalhadores participantes: 23

Total de equipamentos operados no recinto de trabalho: 8

3. **Marmoraria:** empresas neste ramo de atividade são classificadas como sendo de médio porte e com fator de risco 4. Dos 248 trabalhadores das quatro diferentes empresas, 81 participaram deste estudo.

Características do local de trabalho:

- Jornada de trabalho: 8 horas/dia.
- Espaço físico: a área de produção está situada nos fundos da loja, tendo a lateral aberta e uma porta aberta na frente. O maquinário está localizado neste recinto.
- Maquinário utilizado na empresa: cortadeira, lixadeira e de polimento.
- Equipamento de proteção individual Auricular: tipo plug ou concha.

- Controle audiológico: os exames audiométricos são realizados em uma clínica fora da empresa (serviço terceirizado).
- PCMSO e PPPA: fazem exames anualmente.
- Esta empresa possuía técnico de segurança.

Empresa 1:

Total de trabalhadores: 62

Trabalhadores participantes: 26

Total de equipamentos operados no recinto de trabalho: 19, sendo 2 de polimento, 7 cortadeiras e 10 lixadeiras.

Empresa 2:

Total de trabalhadores: 51

Trabalhadores participantes: 14

Total de equipamentos operados no recinto de trabalho: 15, sendo 2 de polimento, 5 cortadeiras e 8 lixadeiras.

Empresa 3:

Total de trabalhadores: 75

Trabalhadores participantes: 21

Total de equipamentos operados no recinto de trabalho: 17, sendo 3 de polimento, 6 cortadeiras e 8 lixadeiras.

Empresa 4:

Total de trabalhadores: 60

Trabalhadores participantes: 20

Total de equipamentos operados no recinto de trabalho: 16, sendo 2 de polimento, 6 cortadeiras e 8 lixadeiras.

4. **Metalúrgica:** empresas neste ramo de atividade são classificadas como sendo de grande porte e com fator de risco 3. A única empresa participante possuía 380 trabalhadores, mas após a verificação dos critérios de inclusão para esta pesquisa apenas 104 trabalhadores fizeram parte deste estudo.

Característica do local de trabalho:

- Jornada de trabalho: 8 horas/dia.
- Espaço físico: a área de produção está situada nos fundos da loja, tendo janelas laterais abertas e uma porta na frente. O maquinário está localizado neste recinto.
- Maquinário utilizado na empresa: cortadeira, lixadeira, dobradeira, máquina de tubo I e II, serralheira e de polimento.
- Equipamento de proteção individual Auricular: tipo plug ou concha.
- Controle audiológico: os exames audiométricos são realizados em uma clínica fora da empresa (serviço terceirizado).
- PCMSO e PPPA: fazem exames anualmente.
- Esta empresa possui um técnico de segurança.

ANEXO E - MODELO DE CARTA ENVIADA AS EMPRESAS
AVALIAÇÃO AUDIOLÓGICA

Vimos, por este instrumento, solicitar a gentileza de autorizar os funcionários para uma entrevista e realização do exame de audiometria, a fim de que possamos verificar se existe uma semelhança no quadro audiológico e o espectro de frequências de algumas empresas do entorno de Brasília.

Outrossim, informamos que tal medição integra a coleta de dados para pesquisa desenvolvida pela Universidade de Brasília (UnB) acerca da influência do espectro de ruído na audição do trabalhador.

Cabe destacar que a rotina de funcionamento dessa empresa não será afetada, nem o nome da empresa ou dos empregados serão mencionado. Os resultados audiométricos dos funcionários da empresa serão comparados com os de outras empresas do mesmo ramo de atividade.

Se for do interesse da empresa, palestras sobre conservação auditiva poderão ser agendadas, sem ônus, e cópias dos resultados de todos os exames realizados poderão ser fornecidos mediante solicitação da empresa ou do empregado.

Aproveitamos a oportunidade para expressar-lhes nossos protestos de estima e admiração.

Atenciosamente,

Prof.^a Dr.^a Anadergh B. de Abreu Branco

Aluna Ms. Fg.^a Áurea Otoni de Oliveira Canha

ANEXO F - MODELO DE CARTA ENVIADA AS EMPRESAS
AVALIAÇÃO AMBIENTAL

Vimos, por este instrumento, solicitar a gentileza de autorizar a entrada de nossa equipe nas dependências dessa empresa, a fim de que possamos efetuar a medição do espectro de ruído presente em indústrias. A pessoa que irá fazer as medições estará sob a responsabilidade de Bruno.

Outrossim, informamos que tal medição integra a coleta de dados para pesquisa desenvolvida pela Universidade de Brasília (UnB) acerca da influência do tipo de ruído na vida do trabalhador. Tese de doutorado da aluna Áurea Ottoni de Oliveira Canha.

Cabe destacar que a rotina de funcionamento dessa empresa não será afetada pela atuação de nossa equipe, nem serão realizados testes com os funcionários, mas, tão-somente, a medição do espectro do ruído existente nos locais de trabalho. O nome da empresa também não será mencionado em nenhum momento da pesquisa.

Aproveitamos a oportunidade para expressar-lhes nossos protestos de estima e admiração.

Atenciosamente,

Prof.^a Dr.^a Anadergh B. de Abreu Branco

Aluna Ms. Fg.^a Áurea Otoni de Oliveira Canha

ANEXO G - ANAMNESE

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
AMBULATÓRIO SAÚDE DO TRABALHADOR

ANAMNESE

Data do exame: __/__/__ Data de admissão: __/__/__

Aplicador: _____

IDENTIFICAÇÃO

Nome: _____

Data de nascimento: __/__/__ Idade: _____

Sexo: F () M ()

Grau de instrução: () nenhum () 1.º grau () 2.º grau () 3.º grau

Telefone: _____

Estado Civil: () solteiro () casado () viúvo () divorciado

() separação judicial () outro

Local de trabalho (empresa) _____

ANTECEDENTES PATOLÓGICOS PESSOAIS

Escuta bem ? sim () não () não sei () OD () OE ()

Entende bem o que as pessoas falam no seu dia-a-dia?

sim () não () OD () OE ()

Apresentou infecção de ouvido: sim () não ()

Qual: _____ Quando: _____ OD () OE ()

Apresenta: Otagia: sim () não () Prurido: sim () não ()

Vertigem: sim () não ()

Há quanto tempo: _____

Zumbido no ouvido: () não () raramente () frequentemente

Orelha: () direita () esquerda () em ambas orelhas

Há quanto tempo: _____ Tipo: _____

Exposição a estouro e (ou) explosão: () sim () não

Surdez na família: sim () não ()

Grau de parentesco: _____

Já apresentou alguma doença como: hipertensão () caxumba () rubéola ()
diabetes () AIDS () meningite ()

Usa algum medicamento: sim () não ()

Qual: _____ Dosagem: _____

Para que? _____

Já fez cirurgia: sim () não () Qual: _____

Doença nos últimos 12 meses: sim () não ()

HISTÓRICO OCUPACIONAL

Ocupação atual: _____

Tempo de trabalho na empresa: _____

Tempo na atividade atual: _____

Horário de trabalho: _____

Máquina de maior uso: _____

Usa EPI: () sim () sempre () às vezes () raramente
() não () esquece () incomoda () desnecessário
() não é exigido () mau estado conservação

Tempo de exposição ao ruído (horas/dia):

() menos de 4 () 4 a 6h () 6 a 8h () mais que 8h

Faz hora extra: () ocasionalmente () frequentemente () não

Exposição ocupacional: () ruído () poeira () excesso de peso
() umidade () vibração () solventes

Doença do trabalho: () sim () não Tipo: _____

Acidente do trabalho: () sim () não Tipo: _____

Já trabalhou em ambiente ruidoso anteriormente: sim () não ()

Por quanto tempo: _____ Ocupação: _____

Usou EPI: () sim () sempre () às vezes () raramente
() não () esquece

Serviu o exército: sim () não ()

HÁBITOS

Tabagismo: () sim () não Há quanto tempo: _____

Tipo: () cigarro: _____/dia () cig. palha: _____/dia
() cachimbo () outro: _____

Álcool: () sim () não

Tipo: () ag. cana () cerveja () vinho () conhaque
() outro _____

Ingestão: () diária () 2-3/sem () raro () pela manhã

Exposição a algum som ou ruído alto (acima de 85dB) fora do trabalho:

() frequentemente () raramente () não

Tipo: () som no carro () disk-man () culto evangélico

() furadeira () boite () serralheria

() outros: _____

Observações: _____

ANEXO H - ARTIGOS PUBLICADOS