

Marlene Escher Boger

**A INFLUÊNCIA DO ESPECTRO DE RUÍDO NA
PREVALÊNCIA DE PERDA AUDITIVA INDUZIDA POR
RUÍDO E ZUMBIDO EM TRABALHADORES**

Brasília, 2007.

Universidade de Brasília

Faculdade de Ciências da Saúde

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde

**A INFLUÊNCIA DO ESPECTRO DE RUÍDO NA
PREVALÊNCIA DE PERDA AUDITIVA INDUZIDA POR
RUÍDO E ZUMBIDO EM TRABALHADORES**

Marlene Escher Boger

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, UnB, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ciências da Saúde.

Orientadora: Profª Drª Anadergh Barbosa de Abreu Branco

Brasília, 2007.

Ficha Catalográfica

Boger, Marlene Escher

A influência do espectro de ruído na prevalência de perda auditiva induzida por ruído e zumbido em trabalhadores/ Marlene Escher Boger. – Brasília: UnB / Faculdade de Ciências da Saúde, 2007.

xv, 75 f.: il.; 31 cm.

Orientador: Anadergh Barbosa de Abreu Branco

Dissertação (mestrado) – UnB / Faculdade de Ciências da Saúde / Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, 2007.

Referências: f. 64 - 71

1. Ramos de atividade. 2. Ruído. 3. Perda auditiva induzida por ruído. 4. Zumbido. 5. Audiometria. 6. Espectro de ruído. – Tese. I. Branco, Anadergh Barbosa Abreu. II. Universidade de Brasília, Faculdade de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. II. Título.

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, Gilberto Vanderley Boger (*in memoriam*), que certamente, onde quer que esteja, acompanhou-me em todos os passos.

À minha mãe, Maria Irene Escher, que não me deixou desanimar nem nos momentos mais difíceis.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Maria Irene Escher, que me proporcionou a realização deste trabalho, acreditando sempre no meu potencial.

Ao meu irmão, Alexandre Escher Boger, pelo apoio e dedicação constante.

Ao meu namorado, André Cordeiro Lopes, pelo carinho e compreensão nos momentos difíceis.

À professora Anadergh Barbosa de Abreu Branco, que estendeu a mão para me orientar.

À colega de trabalho e amiga, Áurea Ottoni Canha, pela participação enriquecedora na construção deste trabalho.

Ao professor Sérgio Luiz Garavelli, pela contribuição na execução da análise ambiental, e pela atenção fornecida.

Aos proprietários das indústrias e trabalhadores que aceitaram participar e tornaram possível a realização deste estudo.

RESUMO

Introdução: O ruído é um dos agentes nocivos à saúde que está presente nos mais diversos ramos de atividade econômica. Entre as queixas mais relatadas por trabalhadores expostos ao ruído ocupacional, encontram-se a perda auditiva e o zumbido.

Objetivo: Avaliar a influência do espectro de ruído na prevalência de Perda Auditiva Induzida por Ruído e zumbido em trabalhadores.

Método: Trata-se de um estudo analítico transversal realizado em indústrias metalúrgicas, madeireiras e marmorarias, com níveis de ruído acima de 85 dB, nas quais avaliou-se o nível mínimo de respostas para as frequências de 250Hz a 16.000Hz, e por meio de anamnese ocupacional foram identificados aspectos relacionados à morbidade. A avaliação ambiental foi realizada em 2 momentos, sendo que no primeiro verificou-se o som geral de todo o ambiente industrial, no intuito de verificar a distribuição da intensidade sonora em filtro de frequência de oitava. No segundo momento foi realizada a avaliação da exposição individual de cada trabalhador durante sua jornada de trabalho.

Resultados: Foram realizadas 192 avaliações do limiar auditivo precedidas de anamnese ocupacional. Ao avaliar a prevalência de zumbido nos trabalhadores, observou-se que 45,8% referem apresentar esta sensação, sendo que 34,1% afirmam sentir *frequentemente* e 65,9% percebem o zumbido *raramente*. Em relação à PAIR observou-se que 49,0% dos resultados audiométricos apresentam entalhe em frequências agudas no audiograma convencional. Destes, 13,8% em orelha direita, 23,4% em orelha esquerda e 62,8% em ambas as orelhas. Foram verificadas as médias e o desvio padrão das frequências a partir de 3.000 Hz em

todos os trabalhadores, nas quais se observa que as maiores médias encontram-se na frequência de 6.000Hz, quando analisada a audiometria convencional. Ao avaliar as médias das altas frequências (a partir de 8.000Hz) observa-se que as maiores médias ocorreram em 16.000Hz em orelha esquerda. A ocorrência de zumbido entre os trabalhadores com PAIR mostrou prevalência de 56,4%. As médias audiométricas dos trabalhadores com zumbido *frequente* apresentaram-se piores quando comparadas às médias audiométricas dos trabalhadores com zumbido *raramente*. Não foi observada associação entre as bandas de frequência com níveis intensos de ruído e a frequência da lesão auditiva. Segundo a avaliação da dose de ruído, observa-se que em cada um dos ramos avaliados a intensidade do ruído ultrapassa 100 dB, com percentuais de dose elevados e tempo de tolerância, para permanência do trabalhador sem o uso de EPI auricular, baixíssimo.

Conclusão: os resultados revelam que os trabalhadores estão expostos a níveis de ruído elevados, assim como o nível de exposição diária. O limite máximo para a dose percentual, que deveria ser 100%, é ultrapassado em todos os ramos. A ocorrência de zumbido entre os trabalhadores com PAIR apresentou forte associação neste estudo. Em relação ao espectro de ruído, conclui-se que a intensidade do ruído parece ser o principal fator de risco tanto para perda auditiva quanto para o zumbido, independentemente da banda de frequência. Observou-se que apesar dos três ramos avaliados apresentarem espectros de ruído diferentes, as perdas auditivas encontram-se semelhantes entre os ramos.

Palavras-chave: Ramos de atividade; Ruído; Perda auditiva induzida por Ruído; Zumbido; Audiometria; Espectro de ruído.

ABSTRACT

Introduction: The noise is one of the harmful agents to the health that is present in the most different economic activity branches. Among the complaints related by workers exposed to occupational noise, there are the loss hearing and the tinnitus.

Objective: To evaluate the noise spectrum influence of Noise-Induced Hearing Loss and Tinnitus prevalence in workers.

Method: It is a transverse analytical study accomplished in steel mill industries, lumbers and marble shops, with noise levels above 85 dB, in which were evaluated the minimum answers level for frequencies from 250 Hz to 16.000 Hz, and by means of occupational anamnesis there were identified features related to morbidity. The ambient evaluation was accomplished in 2 moments; in the first one it was observed the whole industrial ambient sound, aiming to verify the sonorous intensity dispensation in frequency filter eighth. In the second moment, It was accomplished the individual exposed evaluation of each worker during its work journey.

Results: It has been accomplished 192 hearing thresholds evaluations preceded of occupational anamnesis. When evaluating the tinnitus prevalence in workers, it was observed that 45,8% present that sensation, 34,1% affirmed the sensation frequently happens and 65,9% noticed the tinnitus rarely. Concerning to Noise-Induced Hearing Loss, it was observed that 49,0% of the audiometries results presents degradation in acute frequencies in the conventional audiogram. Among these, 13,8% in the right ear, 23,4% in the left ear and 62,8% in both ears. There were verified the average and the standard deviation for frequencies over 3.000 Hz, in all workers, in which it is observed that the biggest averages are in 6.000 Hz

frequency, as for conventional audiometria. When evaluating the high frequencies average (over 8.000 Hz) it reveals that the biggest averages occurred in 16.000 Hz in the left ear. The Tinnitus occurrence among Noise-Induced Hearing Loss workers revealed 56,4% prevalence. The audiometries averages for workers presenting frequent tinnitus, revealed to be worse than audiometries averages for workers presenting rare tinnitus. It was not observed any association between the range of frequencies with intense noise levels and the damage hearing frequency. According to the noise potion evaluation, it was observed that in each branch evaluated the noise intensity exceed 100 dB, with potion percentage elevated and tolerance time, for worker continuance without using the hearing protection equipment, very low.

Conclusion: The results reveal that workers are exposed to high noise levels, as for the daily exposition level. The maximum limit for percentage potion, which should be 100%, is exceeded in all branches. The Tinnitus occurrence among the Noise-Induced Hearing Loss workers revealed a strong association in this study. Concerning to noise spectrum, it is concluded that the noise intensity seems to be the main risk factor as much for loss hearing as for tinnitus, independently from the range of frequency. It was observed that despite the three evaluated branches revealed different noise spectrums, the loss hearing are similar among the branches.

Key Words: Activity branches, noise, Noise-Induced Hearing Loss, Hearing Examination, Noise Spectrum.

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CIPA – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

dB – Decibels

EPI – Equipamento de Proteção Individual

EUA – Estados Unidos da América

Hz – Hertz

kHz – Quilohertz

LEQ – Nível Equivalente de Ruído

NA – Nível de Audição

NIH – *National Institute for Health*

NIS – Nível de Intensidade Sonora

NPS – Nível de Pressão Sonora

NR – Norma Regulamentadora

OMS – Organização Mundial de Saúde

PAIR – Perda Auditiva Induzida por Ruído

PCMSO – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional

PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais

SESMET – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Freqüências centrais e de corte padronizadas dos filtros de oitava.	6
Tabela 2 – Máxima exposição diária permissível por nível de pressão sonora, conforme Anexo I da NR15, Portaria 3214/78 do Ministério do Trabalho e Emprego.	19
Tabela 3 – Caracterização dos trabalhadores segundo a idade, sexo e ramo de atividade econômica, Distrito Federal, 2006-2007.	33
Tabela 4 – Dados amostrais coletados na anamnese segundo o uso de EPI auricular e o ramo de atividade econômica, Distrito Federal, 2006-2007.	34
Tabela 5 – Distribuição da variável tempo de trabalho exposto ao ruído ocupacional segundo a adesão do EPI auricular, Distrito Federal, 2006-2007.	35
Tabela 6 – Prevalência de zumbido segundo os ramos de atividade econômica e a temporalidade, Distrito Federal, 2006-2007.	36
Tabela 7 – Prevalência de zumbido segundo os ramos de atividade econômica e a lateralidade, Distrito Federal, 2006-2007.	37
Tabela 8 – Prevalência de entalhe PAIR segundo o ramo de atividade econômica e a lateralidade, Distrito Federal, 2006-2007.	39
Tabela 9 – Média e Desvio Padrão dos limiars audiométricos dos trabalhadores estudados, segundo as freqüências de 3.000 a 16.000 Hz e a lateralidade, Distrito Federal, 2006-2007.	40
Tabela 10 – Média e Desvio Padrão dos limiars audiométricos dos trabalhadores com entalhe PAIR, segundo as freqüências de 3.000 a 16.000 Hz e a lateralidade, Distrito federal, 2006-2007.	41
Tabela 11 – Média e desvio padrão dos limiars audiométricos dos trabalhadores segundo a faixa etária e as freqüências de 3.000 Hz a 16.000 Hz em orelha esquerda, Distrito Federal, 200-2007.	43

Tabela 12 – Média e desvio padrão dos limiares audiométricos dos trabalhadores segundo a faixa etária e as frequências de 3.000Hz a 16.000Hz em orelha direita, Distrito Federal, 2006-2007.	44
Tabela 13 – Média e desvio padrão dos limiares audiométricos dos trabalhadores segundo o tempo de exposição e as frequências de 3.000Hz a 16.000Hz em orelha esquerda, Distrito Federal, 2006-2007.	45
Tabela 14 – Média e desvio padrão dos limiares audiométricos dos trabalhadores segundo o tempo de exposição e as frequências de 3.000Hz a 16.000Hz em orelha direita, Distrito Federal, 2006-2007.	46
Tabela 15 – Espectro de ruído ambiental segundo os ramos de atividade econômica, Distrito Federal, 2006-2007.	48
Tabela 16 – Nível equivalente de pressão sonora, nível de exposição diária, dose e tempo de exposição máxima tolerada segundo os ramos de atividade econômica, 2006-2007.	49
Tabela 17 – Prevalência de zumbido entre os trabalhadores que apresentam entalhe PAIR segundo a temporalidade e lateralidade do sintoma, Distrito Federal, 2006-2007.	50
Tabela 18 – Média e desvio padrão dos limiares audiométricos segundo as frequências de 3.000 à 16.000 Hz, a temporalidade e a lateralidade do zumbido, Distrito Federal, 2006-2007.	51
Tabela 19 – Média e desvio padrão dos limiares audiométricos de trabalhadores com zumbido e sem entalhe PAIR na audiometria convencional, segundo as frequências de 9.000 a 16.000 Hz e a lateralidade, Distrito Federal, 2006-2007.	52
Tabela 20 – Comparação entre os limiares audiométricos e os resultados da análise espectral segundo as bandas de oitavas de frequência e os ramos de atividade econômica, Distrito federal, 2006-2007,	53
Tabela 21 – Prevalência de zumbido segundo a frequência do maior entalhe, Distrito Federal, 2006-2007.	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Faixa audível de freqüências sonoras.	2
Figura 2 – Alguns exemplos de intensidade sonora.	4
Figura 3 – Espectro de ruído ambiental analisado por banda de oitava.	7
Figura 4 – Mecanismo da Audição.	11
Figura 5 – Configuração audiométrica inicial da PAIR.	12
Figura 6 – Configuração audiométrica do aumento da PAIR.	13
Figura 7 – Configuração audiométrica da evolução da PAIR.	13
Figura 8 – Distribuição de zumbido segundo o tipo do mesmo, Distrito Federal, 2006-2007.	13

SUMÁRIO

Dedicatória	iv
Agradecimentos	v
Resumo	vi
Abstract	viii
Lista de Abreviaturas	x
Lista de Tabelas	xi
Lista de Figuras	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 - Propriedades Físicas do Som	1
1.2 - O Ruído	9
1.2.1 - Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR)	9
1.2.2 - Epidemiologia da PAIR	14
1.2.3 - Ruído e Legislação	16
1.3 - Zumbido	20
1.3.1 - Epidemiologia do Zumbido	22
1.4 - Audiometria de Altas Freqüências	25
2. OBJETIVOS	27
2.1) Objetivo Geral	27
2.2) Objetivo Específico	27
3. MÉTODO	28
4. RESULTADOS	33

4.1 - Características da Amostra	33
4.2 - Características do Zumbido	35
4.3 - Características da Perda Auditiva	38
4.4 - Características do Ambiente	47
4.5 – Análise entre Zumbido, PAIR e Ambiente	49
5. DISCUSSÃO	54
6. CONCLUSÕES	62
REFERÊNCIAS	64
ANEXO	72

1. INTRODUÇÃO

1.1 - PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOM

O som é um fenômeno vibratório resultante da variação da pressão atmosférica dentro dos limites de amplitude e banda de frequências aos quais a orelha humana responde. É uma modificação de pressão que ocorre em meios elásticos, propagando-se em forma de ondas ou oscilações mecânicas longitudinais e tridimensionais, que produz uma sensação auditiva.¹ Qualquer fenômeno capaz de causar ondas de pressão no ar é considerado uma fonte sonora. Podendo ser um corpo sólido em vibração, uma explosão, um vazamento de gás a alta pressão, entre outros.²

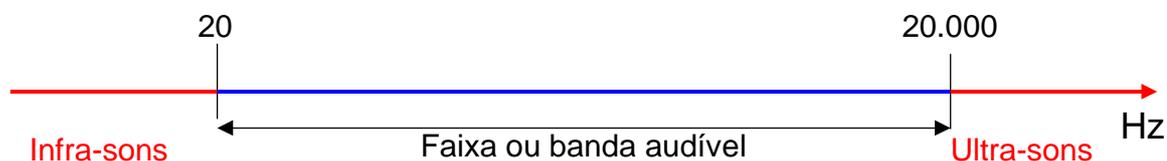
Basicamente, todo som é caracterizado por três variáveis físicas, sendo elas a frequência, a intensidade e o timbre.

- **Frequência**

Frequência é considerada como o número de oscilações por segundo do movimento vibratório de um som. A unidade de frequência é definida como ciclos por segundo, ou *Hertz (Hz)*.³

O aparelho auditivo é capaz de captar sons que variam entre 20 e 20.000Hz. Os sons com menos de 20Hz são chamados de infra-sons e os sons com mais de

20.000Hz são chamados de ultra-sons. Esta faixa de freqüências entre 20 e 20.000kHz é definida como *faixa audível de freqüências* ou *banda audível*.⁴



Autor da Figura 1: João C. Fernandes

Fonte: Disponível em: <http://www.ergonet.com.br/downloads-diversos.htm>. Acessado em 20/11/06.

Figura 1 – Faixa audível de freqüências sonoras.

As freqüências audíveis são divididas em três faixas:

→ *Baixas freqüências ou sons graves*: as 4 oitavas de menor freqüência, ou seja, 31,2 , 62,5 125 e 250 Hz.

→ *Médias freqüências ou sons médios*: as três oitavas centrais, ou seja, 500, 1000 e 2000 Hz.

→ *Altas freqüências ou sons agudos*: as três oitavas de maior freqüência, ou seja, 4.000, 8.000 e 16.000 Hz.

- **Intensidade**

A intensidade do som é a quantidade de energia contida no movimento vibratório. Trata-se de uma relação entre potência e área, representada pela unidade W/cm^2 . Essa intensidade se traduz com uma maior ou menor amplitude na vibração da onda sonora.⁵

A intensidade do som captada pelo aparelho auditivo corresponde à sensação do que se denomina popularmente de *volume do som*. Quando o som tem uma determinada intensidade mínima, a orelha humana não capta o som. Essa intensidade mínima é denominada nível *mínimo de audição* ou *limiar de audição*, e esse mínimo difere segundo a frequência dos sons. Quando a intensidade é elevada, o som provoca uma sensação dolorosa. A intensidade mínima a que um som ainda provoca sensação dolorosa tem o nome de *limiar da sensação dolorosa*.⁶

A intensidade sonora medida em decibels (dB) é definida como Nível de Intensidade Sonora (NIS) ou *Sound Intensity Level* (SIL). De acordo com o conceito de intensidade, a unidade que a representa é W/cm^2 . O decibel é considerado uma escala logarítmica criada para representar o nível de intensidade sonora, no intuito de facilitar a compreensão da sensação audível.⁷

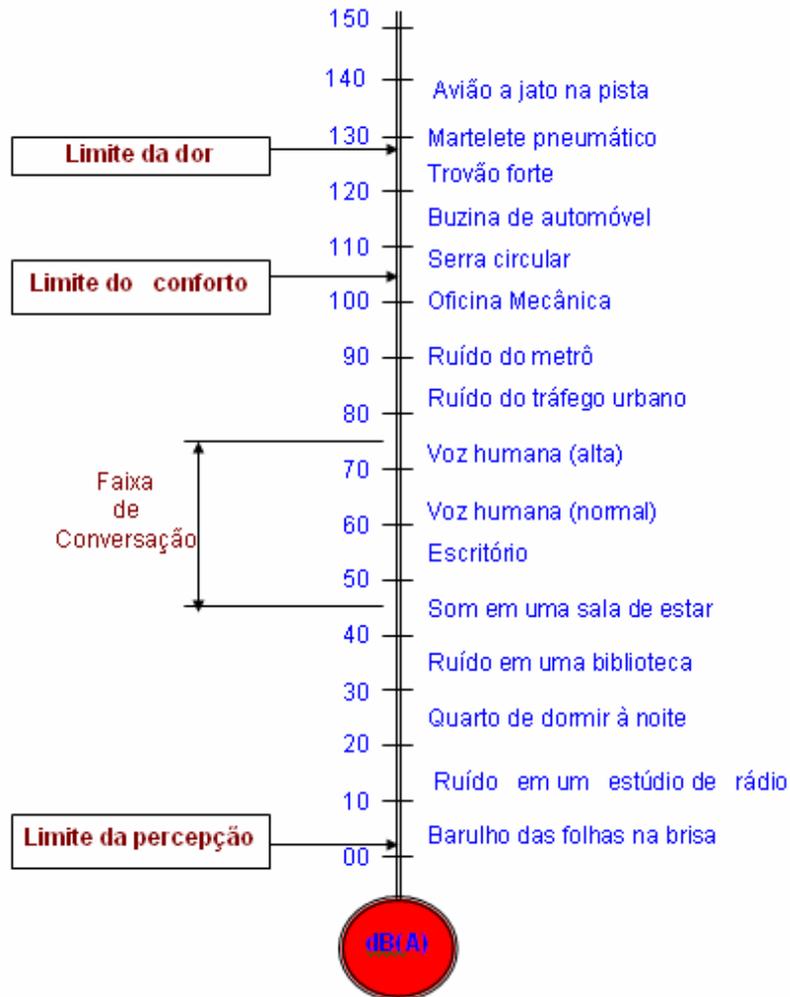
O nível de Pressão Sonora é representado pela seguinte equação:

$$NPS = 10 \log \left(\frac{P}{P_0} \right)^2$$

O Nível de Intensidade Sonora, medido em decibels, satisfaz a construção fisiológica da audição humana. Matematicamente pode ser descrito pela seguinte fórmula:

$$NIS = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Sendo I a intensidade sonora de um som, e $I_0 = 10^{-16} W/cm^2$.



Autor da Figura 2: João C. Fernandes
 Fonte: Disponível em: <http://www.ergonet.com.br/downloads-diversos.htm>. Acessado em 20/11/06.

Figura 2 - Alguns exemplos de intensidade sonora.

Vale ressaltar que existe uma nítida divisão entre os sons que se apresentam abaixo e acima da voz humana; os sons com níveis inferiores aos da voz humana são naturais, confortáveis e não causam perturbação; já os sons superiores à voz humana podem ser considerados ruídos, geralmente são produzidos por máquinas, são indesejáveis, e causam perturbação ao homem. ⁸

- **Timbre**

É a qualidade que permite distinguir sons de mesma altura e intensidade, mas que são produzidos por fontes sonoras distintas. O timbre do som depende do conjunto de sons secundários (harmônicos) que acompanha o som principal. ⁵

No caso dos sons musicais, é a qualidade que permite distinguir dois sons de mesma altura emitidos por fontes sonoras diferentes. Quando se toca a mesma nota (mesma frequência) com a mesma intensidade, em um piano e em um violino, nota-se nitidamente a diferença, ou seja, observa-se que os seus timbres são diferentes. Portanto, o timbre nos permite reconhecer a fonte geradora do som. Tecnicamente, o timbre é a forma de onda da vibração sonora. ⁹

- **Análise Espectral**

A medição mais elementar que o medidor de nível sonoro é capaz de realizar é a do nível sonoro total, medido em decibels. O valor obtido representa a energia sonora contida na faixa de frequências que o medidor pode captar. Como este resultado é indicado por um único valor numérico, não há informação de como a energia sonora se distribui em frequências, deste modo, faz-se necessária a utilização de filtros para realização de uma análise espectral. Para isto, são usados filtros do tipo *passa-banda*. ¹⁰

Os filtros *passa-banda* geralmente utilizados são os de 1/n oitava. Estes se caracterizam pela frequência central (f_c), pela frequência de corte inferior (f_i) e pela frequência de corte superior (f_s). A banda de oitava mede a energia sonora contida

na banda de passagem de um filtro *passa-banda*, cuja frequência de corte superior da banda é o dobro da frequência de corte inferior, por este motivo recebe a denominação oitava.¹⁰

Os valores de f_i (frequência de corte inferior) e f_s (frequência de corte superior) são calculados a partir das seguintes expressões:

$$f_i = \frac{1}{\sqrt{2}} f_c \quad \text{e} \quad f_s = \sqrt{2} f_c$$

Atualmente, utiliza-se como frequência de referência (padronizada pelo SI), o valor de 1.000 Hz, ficando as oitavas com frequência central em 500, 250, 125, 63, 32,5, e 2.000, 4.000, 8.000 e 16.000 Hz.⁵

Na Tabela 1 torna-se possível visualizar as frequências centrais e de corte da banda de oitava.

Tabela 1 – Frequências centrais e de corte padronizadas dos filtros de oitava.

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

Fonte: Bistafa, 2006.

Na Figura 3, apresenta-se um exemplo, por meio de gráfico, resultante de uma análise espectral realizada em banda de oitava. Nota-se que este espectro apresenta um nível de pressão sonora elevado nas oitavas de frequência de 1.000Hz. O presente estudo utiliza padrões de análise espectral semelhantes aos deste exemplo.

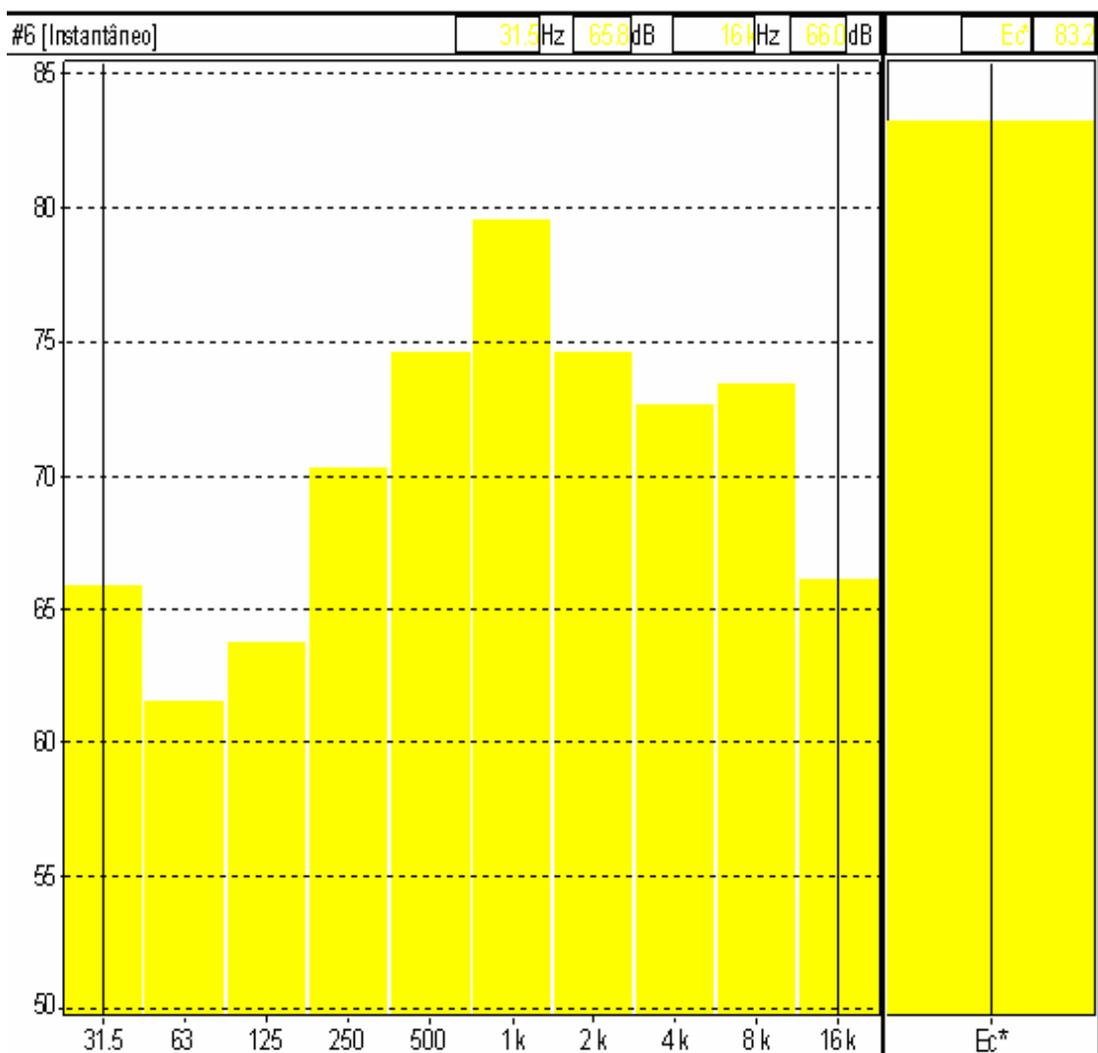


Figura 3 – Espectro de ruído ambiental analisado por banda de oitava.

Para realização de um completo programa de controle do ruído ambiental, a análise das frequências do ruído torna-se extremamente importante. O conhecimento das frequências de maior nível sonoro do ruído facilita na elaboração do projeto de atenuação dos níveis sonoros, como por exemplo, a escolha de superfícies tratadas acusticamente, o enclausuramento de fontes geradoras de ruído, a escolha de protetores auriculares, entre outros.²⁻¹⁰

Esta análise necessita de aparelhagem bastante sofisticada, como um medidor de grande precisão e analisador de frequência. Existem medidores de nível de som que possuem o analisador incorporado.

Vale ressaltar que a análise das frequências do ruído se faz apenas em ruídos contínuos e flutuantes; não é possível realizar a análise de frequência de ruídos de impacto.²

1.2 - O RUÍDO

A definição de ruído é um tanto ambígua. De um modo geral pode ser definida como um som indesejável. Desta forma apresentam-se duas definições para o ruído, a subjetiva e a física. A definição subjetiva considera o ruído como toda sensação auditiva desagradável ou insalubre; e a definição física define o ruído como um fenômeno acústico, não periódico, sem componentes harmônicos definidos. ³

Nas últimas décadas os ruídos se transformaram em uma das formas de poluição que afeta um grande número de pessoas, em geral, trabalhadores. A partir de 1989 a Organização Mundial da Saúde (OMS) passou a tratar o ruído como problema de saúde pública. ¹¹

1.2.1 - PERDA AUDITIVA INDUZIDA POR RUÍDO (PAIR)

A PAIR é definida como uma diminuição gradual da acuidade auditiva decorrente da exposição continuada a níveis intensos de pressão sonora, ocasionando lesão nas células ciliadas externas e internas no órgão de Corti. ¹¹

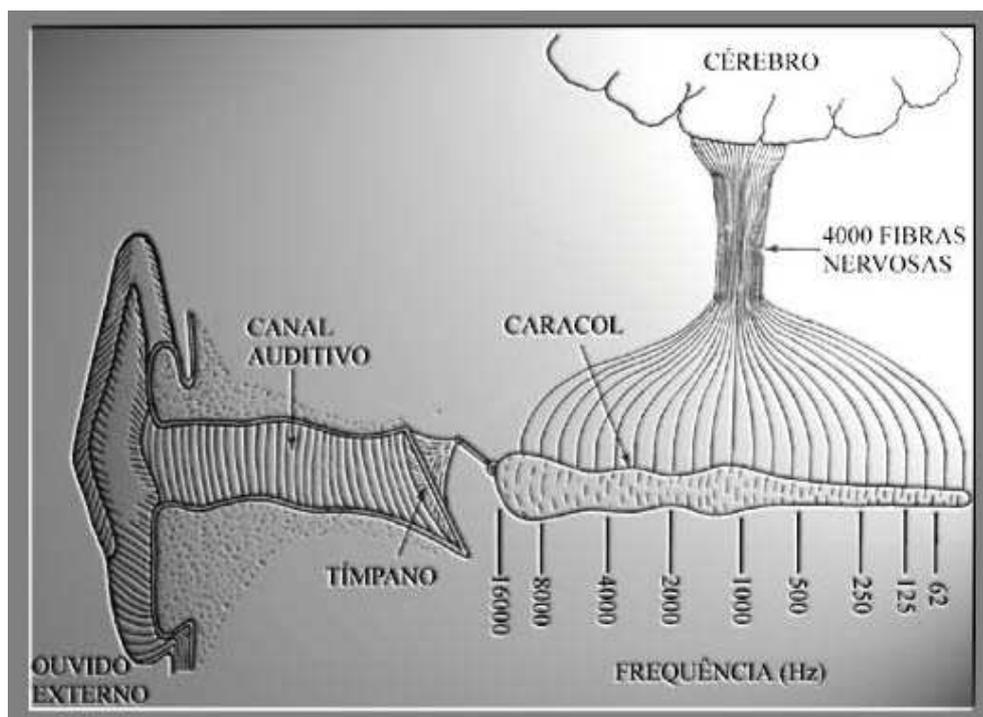
- **Características Principais:**

1. A PAIR é sempre neurossensorial, em conseqüência do dano causado às células do órgão de Corti;
2. Uma vez instalada, a PAIR é irreversível e quase sempre similar bilateralmente;
3. Raramente leva à perda auditiva profunda, pois geralmente não ultrapassa os 40dBNA nas baixas freqüências e os 75dBNA nas freqüências altas;

4. Manifesta-se, primeira e predominantemente, nas freqüências de 6, 4 ou 3KHz, e com o agravo da lesão, estende-se às freqüências de 8, 2, 1, 0,5 e 0,25KHz, aparecendo no audiograma sempre com configuração entalhe;
5. Tratando-se de uma patologia coclear, o individuo pode apresentar intolerância a sons intensos e zumbido, comprometendo a inteligibilidade da fala em prejuízo do processo de comunicação;
6. Não deverá haver progressão da PAIR, uma vez cessada a exposição ao ruído intenso;
7. A instalação da PAIR é, principalmente, influenciada pelos seguintes fatores: características físicas do ruído (tipo, espectro e nível de pressão sonora), tempo de exposição e susceptibilidade individual;
8. A PAIR não torna a orelha mais sensível a futuras exposições a ruídos intensos. À medida que os limiares auditivos aumentam, a progressão da perda torna-se mais lenta;
9. A PAIR geralmente atinge o seu nível máximo para as freqüências de 3, 4 e 6KHz nos primeiros 10 a 15 anos de exposição sob condições estáveis de ruído;

A configuração audiométrica da PAIR pode ser explicada pelas condições anatômicas da cóclea, pois sua base possui menor quantidade de massa e maior rigidez, o que a leva a entrar em ressonância com freqüências altas.¹² À medida que a cóclea vai recebendo fibras, esta torna-se mais densa e mais flexível, entrando em ressonância com freqüências médias e baixas na proximidade de seu ápice. O prejuízo inicial ocorre no primeiro terço da cóclea ou a 10mm de sua base, por ser esta área mais sensível a danos devido a fatores metabólicos, anatômicos e

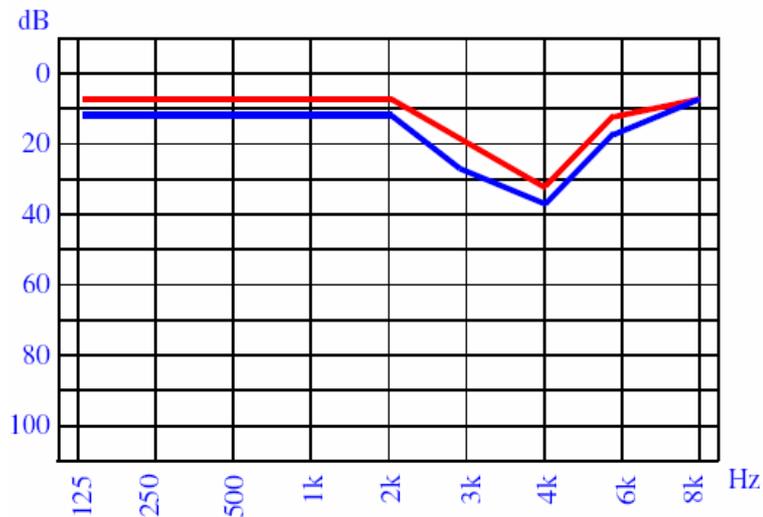
vasculares. Na literatura observa-se uma concordância no que se refere à história natural da doença, pois é relatado um entalhe, ou seja, uma gota acústica na área de 4.000Hz e ou 6.000Hz com recuperação em 8.000Hz. ¹³



Fonte: Zemlin, 2000.

Figura 4 – Mecanismo da Audição.

Na Figura 5 apresenta-se um gráfico de início da PAIR. Trata-se de um audiograma de um operador de martetele pneumático, com 24 anos de idade, exposto a ruído de aproximadamente 110 dB, cujo tempo de exposição é de 3 anos.



Fonte: Disponível em: <http://www.ergonet.com.br/downloads-diversos.htm>. Acessado em 20/11/06.

Figura 5 – Configuração audiométrica inicial da PAIR.

Observa-se que a primeira freqüência a ser acometida neste caso, é a de 4.000Hz, porém, estudos recentes revelam o início da PAIR na freqüência de 6.000Hz. É possível que haja diferenças no espectro sonoro entre as máquinas industriais mais antigas e as atuais, ou seja, o tipo do ruído conforme sua freqüência (alta ou baixa) pode mudar à medida que as máquinas se modernizam. Isso explicaria, em parte, os resultados encontrados em pesquisas anteriores, confirmando o início da perda em 4.000Hz, o qual nos resultados de pesquisas atuais vem ocorrendo na freqüência de 6.000Hz.¹⁴

A Figura 6 apresenta um audiograma com aumento do dano auditivo. O ruído no local é de 120 dB, a idade do trabalhador é de 41 anos e o tempo de exposição é de 12 anos.



Fonte: Disponível em: <http://www.ergonet.com.br/downloads-diversos.htm>. Acessado em 20/11/06.

Figura 6 – Configuração audiométrica do aumento da PAIR.

A Figura 7 mostra o acometimento das freqüências mais graves no audiograma, principalmente em orelha esquerda. Trata-se de um exame audiométrico de um operador de martetele pneumático, exposto a ruído de 110 dB, com 24 anos de idade, exposto ao ruído ocupacional por 3 anos.



Fonte: Disponível em: <http://www.ergonet.com.br/downloads-diversos.htm>. Acessado em 20/11/06.

Figura 7 – Configuração audiométrica da evolução da PAIR.

1.2.2 – EPIDEMIOLOGIA DA PAIR

A epidemiologia ocupacional é o estudo dos diversos fatores aos quais os trabalhadores estão expostos e seus possíveis efeitos sobre a saúde destes. Tais fatores podem ser químicos, físicos, biológicos e ergonômicos.¹⁵ Com isso, pretende-se discutir, neste capítulo, a epidemiologia da PAIR, ou seja, a sua prevalência nas atividades econômicas em que o ruído torna-se fator de risco, sendo prejudicial à saúde.

A PAIR recebe muitas terminologias, tais como “Perda Auditiva por Exposição ao Ruído no Trabalho”, “Perda Auditiva Ocupacional”, “Surdez Profissional”, “Disacusia Ocupacional”, “Perda Auditiva Induzida por Ruído Ocupacional” e “Perda Auditiva Neurosensorial por Exposição Continuada a Níveis Elevados de Pressão Sonora Ocupacional”, porém todas constituem uma doença ocupacional, que segundo pesquisas, trata-se de uma das mais evidentes nos dias atuais.¹⁶

De acordo com *National Institute for Occupational Safety and Health*¹⁷, o ruído é um dos maiores problemas de saúde nos EUA, uma vez que aproximadamente 30 milhões de trabalhadores estão expostos a níveis de ruído prejudiciais à audição no ambiente de trabalho.

Estima-se que aproximadamente nove milhões de trabalhadores americanos apresentam perda auditiva ocasionada pela exposição ao ruído ocupacional. Nos países em desenvolvimento a situação é geralmente mais grave, pois são comuns níveis intensos de ruído aos quais os trabalhadores estão expostos.¹⁸

Osguthorpe e Klein detalharam, especificamente, o problema da disacusia neurossensorial por ruído e o trauma acústico ocupacional quanto à avaliação Médico-Legal. As normatizações propostas são os critérios mínimos adotados nos estados da Federação Norte-Americana.¹⁹

Existe consenso na literatura de que o tempo atuando em ocupações de exposição ao ruído, está associado ao surgimento da PAIR. No estudo realizado com motoristas de ônibus em Campinas, foi encontrada associação positiva entre a PAIR e o tempo acumulado de trabalho com exposição a ruídos.²⁰

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, a exposição excessiva ao ruído pode causar muitos problemas à saúde, tais como estresse auditivo sob exposições a 55 dB; reações físicas como o aumento da pressão sanguínea, do ritmo cardíaco e das contrações musculares; o aumento da produção de adrenalina e outros hormônios; irritabilidade; ansiedade; insônia e estresse.²¹

Estudos epidemiológicos revelam que os problemas auditivos ocupacionais acometem com maior frequência os trabalhadores dos ramos de atividades como o metalúrgico, mecânico, gráfico, têxtil, químico/ petroquímico, transporte e indústria de alimentos e bebidas.²²

Na Região Metropolitana de Salvador, Bahia, foi realizado um estudo de prevalência a partir de dados audiométricos de trabalhadores de 44 indústrias, de nove diferentes ramos de atividade. Este estudo revelou que 45,9% da população estudada apresentaram perda auditiva. Em relação à PAIR foi verificada prevalência de 35,7%. As maiores prevalências foram encontradas nos ramos editorial/ gráfico (58,7%), mecânico (51,7%), bebidas (45,9%), químico/ petroquímico (42,3%),

metalúrgico (35,8%), siderúrgico (33,5%), transportes (29,3%), alimentos (28,0%) têxtil (23,4%).²³

Pesquisa realizada em trabalhadores expostos ao ruído em marmorarias do Distrito Federal encontrou prevalência de dano auditivo em 48,0% da amostra avaliada.¹⁴ Estudo semelhante realizado com 187 trabalhadores de indústria metalúrgica, na cidade de Goiânia, revela que 22% dos trabalhadores avaliados apresentam lesões auditivas sugestivas de PAIR.²⁴

1.2.3 - RUÍDO E LEGISLAÇÃO

No Brasil, o Ministério do Trabalho aprovou em 1978 a Portaria 3214, referente às normas regulamentadoras (NR) do capítulo V, título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à segurança e à medicina do trabalho. Essa legislação tem por objetivo garantir a preservação da saúde dos trabalhadores, bem como identificar os riscos ocupacionais, para que sejam tomadas medidas preventivas de modo sistemático e contínuo.²⁵

As Normas Regulamentadoras aprovadas totalizam trinta e três e dispõem, de uma maneira geral, sobre serviços especializados em engenharia de segurança e em medicina do trabalho (NR 4 - SESMT), comissão interna de prevenção de acidentes (NR 5 - CIPA), equipamentos de proteção individual (NR 6 - EPI), programas de controle médico de saúde ocupacional (NR 7 - PCMSO) e de prevenção de riscos ambientais (NR 9 - PPRA), atividades e operações insalubres (NR 15) ou perigosas,

atividades específicas como trabalhos a céu aberto ou subterrâneos, com explosivos, etc., bem como sobre fiscalização e penalidades.

A primeira determinação federal em relação aos trabalhadores expostos a ruído surgiu com a Norma Regulamentadora (NR) 7, estabelecendo a obrigatoriedade de audiometria para todos os trabalhadores expostos a valores acima de 85 dBNA – para 8 horas de trabalho.²⁶

Em 1994, a NR 7 sofreu alteração, passando a denominar-se de Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO. A audiometria passa a ser realizada nas freqüências de 500 a 8.000Hz, precedida por otoscopia e repouso acústico por 14 horas, em cabina audiométrica e audiômetro calibrado, conforme normas internacionais.²⁷

A NR 7 é complementada pela Portaria nº. 19, de 9 de abril de 1998, que estabelece os critérios para realização e análise das audiometrias, atendendo a necessidade de se estabelecer diretrizes e parâmetros mínimos para avaliação e acompanhamento da audição dos trabalhadores expostos a níveis de pressão sonora elevados. A Portaria nº. 19 define e caracteriza perda auditiva por níveis de pressão sonora elevados, as alterações auditivas do tipo neurosensorial, decorrente de exposição ocupacional sistemática a níveis de pressão sonora elevados. Apresenta irreversibilidade e progressão gradual da perda com o tempo de exposição. A perda auditiva inicialmente acontece nas freqüências de 3.000, 4.000 e 6.000 Hz. As freqüências mais baixas e mais altas poderão levar mais tempo para determinar alterações auditivas. Estabelecendo que sejam considerados sugestivos de perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados, os casos cujos

audiogramas, nas frequências de 3.000 e/ou 4.000 e/ou 6.000 Hz, apresentam limiares acima de 25 dB NA e mais elevados do que nas outras frequências testadas, estando estas comprometidas ou não, tanto no teste de via aérea quanto da via óssea, em um ou ambos os lados. ²⁷

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, NBR 10.151, de dezembro de 1987, que fixa as condições exigíveis da aceitabilidade do ruído em comunidades, especifica o método para a medição do ruído, aplicação de correções nos níveis medidos e uma comparação dos níveis corrigidos, com critério que leva em conta vários fatores ambientais. A NBR 10.152 estabelece os níveis de ruído para conforto acústico em ambientes diversos. ²⁸

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão federal, dentre as resoluções que enfocam o ruído (Resolução nº. 001 de 08 de março de 1990) ²⁹, estabelece que a emissão de sons e ruídos, em decorrência de qualquer atividade industrial, comercial, social e recreativa, inclusive as de propagandas, obedecerá no interesse da saúde, segurança e sossego público, aos padrões no ambiente exterior do recinto que tem origem, de níveis de mais de 10 dB NA acima do ruído de fundo existente no local, sem tráfego; atinjam no ambiente exterior, independente do ruído de fundo, em que tem origem, mais de 70 dB NA, durante o dia e 60 dB NA durante a noite e no interior do recinto não alcancem os níveis permitidos pela Norma NB-95, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. A Resolução CONAMA nº. 2 institui em caráter nacional o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora – Silêncio. ²⁹

Na Tabela 2 são apresentados alguns dos limites de tolerância à exposição ao ruído para fins de pagamento ou não de adicional de insalubridade, vigentes no Brasil desde a década de 70, conforme a Portaria nº. 3.214, de 06 de junho de 1978.³⁰

Tabela 2 – Máxima exposição diária permissível por nível de pressão sonora, conforme Anexo I da NR15, Portaria 3214/78 do Ministério do Trabalho e Emprego.

Nível de Ruído dB(A)	Máxima Exposição Diária Permissível
85	8 horas
87	6 horas
88	5 horas
90	4 horas
92	3 horas
95	2 horas
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
105	30 minutos
110	15 minutos
115	7 minutos

1.3 – ZUMBIDO

Alguns agentes como ruído, calor, vibrações, pressões, radiações entre outros, são considerados atualmente como estressores ambientais encontrados em vários locais de trabalho. Estes alteram o funcionamento do organismo e podem ocasionar uma série de efeitos sobre a saúde e bem-estar dos trabalhadores. Entre os fatores de risco ocupacionais destaca-se o ruído, que está presente nos mais diversos ramos de atividades. Sabe-se que os trabalhadores expostos a ruído queixam-se principalmente de perda auditiva e zumbido.

O zumbido, também conhecido como *tinnitus*, tinido ou acúfeno, manifesta-se como uma sensação auditiva endógena, ilusória, apresentando-se como um som que é percebido na ausência de estímulos sonoros externos, denominado por muitos autores como *ringing of the ears*.³¹ Esta sensação auditiva é referida geralmente como apitos, assobios, abelhas, chiados, estalos, chuva, entre outros, podendo ser uni ou bilateral, de forma contínua ou intermitente, constante, mono ou politonal.³² Possui intensidade variável, e em sua forma mais severa pode ser altamente desconfortável.³³ Trata-se de uma queixa relatada desde os tempos mais remotos, citada pela primeira vez no antigo Egito e na Mesopotâmia, sendo considerada, naquela época, manifestação de magia ou até mesmo aproximação com espíritos.³⁴ Atualmente, o zumbido deve ser considerado um sintoma patológico ou seqüela de alguma agressão sofrida pelo sistema auditivo.³⁵

Entre as inúmeras tentativas de classificar o zumbido, encontram-se as que o distingue como sendo periótico ou neurosensorial. O periótico é produzido por

estruturas próximas à orelha interna e transmitido à cóclea. Suas causas podem ter origem muscular, tubária e vascular.³⁶ O zumbido neurossensorial (objeto desta pesquisa) é gerado no órgão de Corti e nas vias neurais auditivas, pode ser periférico, quando originado no órgão de Corti ou no nervo coclear, e central quando nas vias auditivas do sistema nervoso central.³⁷

O zumbido também recebe classificação de acordo com a sua duração, podendo ser agudo, quando sua manifestação é rápida e sua permanência varia de minutos até algumas horas; ou crônico, cuja persistência dura no mínimo alguns dias.³⁸

Muitos autores concordam que uma somatória de causas simultâneas e seqüenciais ocasiona o zumbido, tais como trauma acústico, drogas ototóxicas, perda auditiva, problemas vasculares ou metabólicos, tumores, doença de Menière e fístula perilinfática, entre outros.³⁵⁻³⁹⁻⁴⁰ Dentre estas, acredita-se que 90% das ocorrências sejam geradas por alterações da orelha interna.⁴¹

Apesar dos recentes avanços científicos, o zumbido é um sintoma envolto em muitas incógnitas e permanece sendo um dos desafios dos campos da otorrinolaringologia e fonoaudiologia.⁴² Trata-se de um dos principais sintomas relatados por trabalhadores portadores de Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR) constatando portanto, a relevância em pesquisar sua relação com o espectro do ruído ocupacional, uma vez que, são escassos os achados literários a respeito desse assunto.

1.3.1 – EPIDEMIOLOGIA DO ZUMBIDO

O zumbido é um problema que acomete em torno de 17% da população mundial, aumentando esta incidência para 33% em idosos, causando sofrimento significativo em 4% das pessoas em geral, aproximadamente 6 milhões no Brasil.⁴⁰⁻⁴³

Acredita-se que de 15 a 25% dos casos, o zumbido interfere de forma relevante na qualidade de vida do portador, afetando geralmente a concentração, o sono, o equilíbrio emocional e as atividades sociais, podendo, em situações extremas, levar até ao suicídio.⁴⁴

O zumbido severo é considerado o terceiro pior sintoma que pode acometer o ser humano, perdendo somente para a dor crônica e a tontura intensa intratável.⁴⁵ Em aproximadamente 80% dos casos, o zumbido é leve e intermitente, o que não afeta em praticamente nada a vida diária do indivíduo, nem mesmo o leva a procurar ajuda médica.⁴⁶

Cerca de 85 a 96% dos indivíduos com zumbido apresentam conjuntamente algum grau de perda auditiva.⁴⁷ Dos indivíduos avaliados no estudo de Stouffer e Tyler, 48% consideraram o zumbido como o mais problemático, enquanto 38% consideraram a perda auditiva como seu maior problema.⁴⁸ É um sintoma que está presente em todas as faixas etárias, atingindo homens e mulheres.⁴⁹ Sendo mais freqüente na população que se queixa de problemas auditivos.⁵⁰

De acordo com dados epidemiológicos, é relevante a quantidade de indivíduos que sofrem com o zumbido por todo o mundo, e algumas estatísticas revelam que até 40% dos americanos apresentam zumbido em algum momento de suas vidas.⁵¹

Em 1996, o *National Institute For Health* (NIH) divulgou que 15% da população dos Estados Unidos da América apresentaram queixa de zumbido.⁵² Aproximadamente, um terço dos adultos do Reino Unido apresenta queixas do sintoma, sendo que 10 a 20% destes indivíduos referem conviver com o zumbido frequentemente.⁵³ Cerca de 20% da população dos países desenvolvidos relatam zumbido. Destes, 2% sofrem o sintoma de forma severa e, em 25% dos casos, o zumbido gera transtornos irreparáveis na qualidade de vida dos sujeitos acometidos.⁵⁴

Algumas pesquisas científicas revelam que a exposição ao ruído ocupacional é um dos fatores que mais causa o zumbido. Um estudo de base populacional realizado na Grã-Bretanha indica que a prevalência de zumbido em indivíduos com dificuldade auditiva severa de é 49,2%.⁵⁵ Este mesmo estudo revelou ainda que trabalhadores com mais de 10 anos em contato com ruído ocupacional apresentam uma razão de prevalência de 2,6 para zumbido freqüente, quando comparados com aqueles que não estão expostos ao ruído ocupacional.

Pesquisa referente às queixas auditivas e não auditivas de 338 trabalhadores industriais do município de São Paulo, por meio da análise de anamneses, aponta que 44% dos trabalhadores são portadores de zumbido.⁵⁶

Outro estudo, realizado no Brasil, com 100 indivíduos expostos ao ruído em tempo de serviço superior a 10 anos, a prevalência de zumbido foi de 22,3%.⁵⁷ Tal resultado assemelha-se ao estudo realizado em Singapura, com 647 trabalhadores também expostos ao ruído ocupacional, cuja prevalência foi de 23,3%, mais comumente nas altas freqüências, ressaltando que mais da metade destes

trabalhadores (65,7%) apresentaram uma média aritmética dos limiares de 500, 1.000, 2.000 e 3.000 Hz até 25 dB NA. ⁵⁸

Ao analisar as queixas auditivas e não auditivas de 56 trabalhadores de uma indústria metalúrgica no município de São Paulo, foi possível observar que 27% dos trabalhadores apresentam queixa de zumbido.⁵⁹ Segundo uma análise da prevalência de zumbido em 200 indivíduos do sexo masculino, expostos ao ruído industrial, verificou a queixa espontânea do sintoma em 15,5% da amostra. ⁶⁰

Este estudo dispõe-se a contribuir para um melhor conhecimento dos fatores que acarretam a PAIR e a sensação de zumbido em decorrência de exposição ao ruído, pois avalia minuciosamente o ambiente ao qual o trabalhador está exposto, o espectro do ruído e a influência que este exerce na audição dos trabalhadores expostos. Além disso, fornece subsídios para a implantação de medidas efetivas visando à minimização de riscos, assim como, aponta as necessidades imediatas e mediatas de intervenção no ambiente, e da necessidade de estabelecimento de medidas de controle que permitirão prevenir o aparecimento da perda auditiva e a sensação de zumbido em trabalhadores expostos a ruído.

1.4 – AUDIOMETRIA DE ALTAS FREQUÊNCIAS

A audiometria tonal é um procedimento comportamental, psicoacústico, padronizado para descrever a sensibilidade auditiva. Trata-se de uma avaliação que testa as frequências entre 250 a 8.000Hz, conhecida como audiometria convencional. O padrão de normalidade para a audiometria convencional é estabelecido a partir da média dos limiares das frequências de 500 Hz, 1 e 2kHz menor que 25 dB.⁶¹ Atualmente, alguns pesquisadores têm utilizado o recurso de análise que engloba, além da audiometria convencional, o teste de limiar para altas frequências que variam entre 9.000 e 20.000Hz.

Pesquisas recentes investigaram a possibilidade de se avaliar a sensibilidade auditiva num espectro de frequência mais amplo (acima de 8.000Hz) e trouxeram novas perspectivas relacionadas ao diagnóstico precoce de danos auditivos recentes, decorrentes de agentes etiológicos degenerativos, como envelhecimento e exposição a drogas ototóxicas e a intensidades elevadas de ruído.⁶²

Estudo realizado com objetivo de investigar a audição de pessoas expostas ao ruído ocupacional em frequências convencionais e nas altas frequências, avaliou 30 indivíduos expostos ao ruído superior a 90 dB NPS (grupo estudo) e 30 sem exposição ao ruído e sem antecedentes auditivos (grupo controle). Os resultados encontrados mostraram que conforme o aumento da frequência, da idade e do tempo de exposição ao ruído, maior foi a perda de acuidade no grupo estudo. Os autores concluíram que os limiares de audibilidade nas altas frequências podem ser usados

para indicar a precocidade da PAIR, uma vez que sua alteração é anterior à dos limiares de frequências convencionais.⁶³

Além disso, a audiometria de altas frequências é descrita como um instrumento capaz de explicar possíveis queixas auditivas, como zumbido por exemplo, em indivíduos com resultados de audiometria convencional normal, já que em alguns casos de lesão auditiva em frequências acima de 8.000 Hz a sensação de zumbido pode estar presente.⁶⁴⁻⁶⁵

Pesquisa recente evidencia a importância da realização da avaliação da audição em frequências acima de 10.000 Hz na presença de audiometria convencional e emissões otoacústicas normais em indivíduos com queixa de zumbido. Os autores referem ainda, que o zumbido pode decorrer da presença de células ciliadas externas danificadas e células ciliadas internas normais, sendo gerado por lesão neurosensorial, manifestando-se em situações em que ocorre disfunção na cóclea, principalmente nas estruturas neuroepiteliais do Órgão de Corti.⁶⁶

No entanto, pode ocorrer que esta disfunção coclear não seja suficiente para ocasionar a perda da audição detectada na audiometria tonal convencional, porém, pode estar presente na audiometria de altas frequências, audiometria eletrofisiológica e emissões otoacústicas.³³

2. OBJETIVOS

Objetivo Geral:

- Avaliar a influência do espectro do ruído na prevalência de Perda Auditiva Induzida por Ruído e zumbido em trabalhadores.

Objetivos Específicos:

- Traçar o perfil epidemiológico dos portadores de Perda Auditiva Induzida por Ruído;
- Traçar o perfil epidemiológico dos portadores de zumbido;
- Determinar o grau de associação entre as prevalências de zumbido em portadores de perda auditiva induzida por ruído;
- Verificar a influência da idade e do tempo de exposição ao ruído na prevalência da perda auditiva e do zumbido;
- Verificar a influência da temporalidade do zumbido e o grau da perda auditiva.
- Verificar a associação entre as bandas de frequência do espectro de ruído com níveis intensos de pressão sonora e os limiares auditivos.

3. MÉTODO

Trata-se de um estudo epidemiológico do tipo analítico transversal, realizado em indústrias de diferentes funções, com níveis de ruído acima de 85 dB, nas quais, avaliou-se o limiar auditivo e por meio de anamnese ocupacional foram identificados dados ocupacionais, hábitos de vida, e aspectos relacionados à morbidade.

A população em estudo foi selecionada por meio de amostra de conveniência, sendo composta apenas por aquelas empresas que aceitaram participar da pesquisa. Essas empresas ficam geograficamente restritas ao Distrito Federal e os ramos de atividades avaliados foram marmorarias, madeireiras e metalúrgicas.

Foram avaliados trabalhadores com idade entre 18 e 65 anos, do sexo masculino e com no mínimo um ano de trabalho na função. Não participaram da pesquisa os trabalhadores de setores onde não há exposição ao ruído ocupacional acima de 85 dB, trabalhadores com história de alterações auditivas do tipo condutivo ou misto, e trabalhadores com história de trauma acústico.

A avaliação audiológica foi precedida pela meatoscopia e repouso acústico de 14 horas. Tal avaliação foi feita para verificação do nível mínimo de resposta para as freqüências de 250 Hz, 500 Hz, 1.000 Hz, 2.000 Hz, 3.000 Hz, 4.000 Hz, 6.000 Hz e 8.000 Hz. A via óssea foi testada somente quando os limiares auditivos excederam a 25 dB NA, nas freqüências de 500 Hz, 1.000 Hz, 2.000 Hz, 3.000 Hz e 4.000 Hz. Além do exame audiométrico convencional, foi realizada ainda, a pesquisa dos limiares auditivos para as freqüências de 9.000 Hz, 10.000 Hz, 12.000 Hz, 14.000 Hz e 16.000 Hz.

Para a classificação dos limiares auditivos foram utilizados os critérios de alteração audiométrica que classificam de acordo com a média das frequências de 500, 1.000 e 2.000 Hz. Desta forma, os critérios utilizados foram: normal (para limiares iguais ou inferiores a 25 dB NA), perda leve de 26 a 40 dB, perda moderada de 41 a 70 dB, perda severa de 71 a 90 dB e perda profunda a partir de 91 dB. As audiometrias sugestivas de Perda Auditiva Induzida por Ruído foram todas aquelas que apresentaram laudo normal com entalhe em uma das frequências de 3.000 Hz, 4.000 Hz, 6.000 Hz e ou 8.000 Hz ou caracterizando uma perda neurossensorial com maior rebaixamento nas frequências agudas, curva descendente com configuração entalhe.

Cada trabalhador realizou um exame audiométrico. Os equipamentos utilizados na avaliação audiológica foram: otoscópio da marca Welch Allyn, com acessórios WA; Audiômetro clínico Interacoustics, modelo AC 40 com dois canais e faixa de frequência de 125 Hz a 16.000 Hz; cabina audiométrica Redusom acústica, modelo RO-80 Std. Todos os equipamentos foram submetidos à calibração de acordo com as normas ISO 389/64 e ANSI S3.6/69 devidamente registrados. A cabina audiométrica apresenta padrões de ruído interno permitidos por lei, cerca de 30 dB NA conforme a ANSI S3.1 de 1991.

A avaliação ambiental foi realizada em dois momentos. No primeiro momento foi verificada a distribuição da intensidade sonora em filtro de frequência em bandas de oitava, utilizando-se um equipamento que mede os níveis de pressão sonora (NPS). Esta avaliação foi realizada em pontos centrais do ambiente industrial. Para isso, foi utilizado um medidor de nível de pressão sonora, marca SIP 95 do fabricante

01dB, com analisador de frequências incorporado, devidamente calibrado. O tempo da coleta de dados em cada indústria foi de aproximadamente 30 minutos.

Os circuitos de equalização do equipamento utilizado fornecem a opção de escolha para as curvas A, B, C e D; duas constantes de tempo, sendo estas: lenta (*slow*) e rápida (*fast*).

A curva de ponderação "A" atenua os sons graves, fornecendo maior ganho para a banda de 2 a 5 kHz, voltando a atenuar levemente os sons agudos. É exatamente essa a curva de sensibilidade do aparelho auditivo. A curva de ponderação "C" é linear e foi incorporada aos medidores caso haja necessidade de medir todo o som do ambiente, ou para avaliar a presença de sons de baixas frequências. Para este estudo utilizou-se a curva de ponderação linear, já que o objetivo desta análise é medir o som de todo o ambiente com precisão.

No segundo momento, foi realizada a avaliação da exposição individual de cada trabalhador durante sua jornada de trabalho. O aparelho utilizado para esta análise é o dosímetro, com capacidade para medir a verdadeira exposição do trabalhador, pois este acompanha continuamente todos os ruídos que atingem o indivíduo durante a jornada, fornecendo o valor médio. Por isso, a medição do ruído por meio da dose de ruído é considerada a forma mais precisa de se avaliar o risco do trabalhador. Para esta medição utilizou-se o dosímetro, marca 01dB Brasil, o qual permaneceu com o trabalhador por quatro horas de trabalho. Foram selecionados para esta análise dois trabalhadores de cada indústria. Os dois equipamentos foram colocados de forma que os microfones ficassem próximos à orelha dos trabalhadores

O nível de exposição diária foi calculado segundo a expressão:

(1)

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

Para estes cálculos utilizou-se o tempo médio de exposição diária (T_{exp}) como sendo de nove horas (de acordo com informações obtidas pelos trabalhadores) para uma jornada de trabalho, T_0 , de oito horas. O L_{eq} representa o nível equivalente de pressão sonora conforme a definição da NBR 10.151.

Para o cálculo da dose percentual de ruído absorvida diariamente a seguinte expressão foi utilizada:

(2)

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

Para o fator de troca q foi utilizado o valor cinco e o L_{crit} , 85 dB(A), conforme indica a NR 15.

A estimativa do tempo máximo de exposição tolerada T_t pelos trabalhadores de metalúrgicas, madeireiras e marmorarias, foi resultante da expressão 3.

(3)

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

As três equações foram utilizadas por Garavelli e colaboradores (2007).⁶⁷

As informações da avaliação audiológica foram armazenadas em banco de dados Microsoft Excel, realizando-se, assim, a análise estatística (média, mediana, desvio padrão e coeficiente de prevalência). Para a análise dos resultados obtidos foram utilizados os testes estatísticos *t de Student* (para avaliação de médias e desvio padrão) e o Teste Exato de Fisher (para avaliação de prevalências), ambos com nível de significância de 95%.

Este trabalho foi submetido ao comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde da UnB com registro 048/2004.

4. RESULTADOS

Foram realizadas 192 avaliações do limiar auditivo (audiometria) precedidas de anamnese ocupacional. Destes, 91 exames em 2 indústrias metalúrgicas, 54 em 3 indústrias madeireiras e 47 em 5 marmorarias.

4.1 - CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA

Os trabalhadores avaliados apresentam idade média de 34,6 anos ($DP \pm 8,8$); sendo que 38,5% apresentam idade até 30 anos. Com relação ao sexo, foram avaliados somente trabalhadores do sexo masculino, acredita-se que isto se deve ao fato de que as atividades econômicas em questão demandam grande esforço físico nas áreas de produção das indústrias, empregando somente trabalhadores do sexo masculino nestes setores. Quanto ao ramo de atividade da amostra, observou-se maior participação do ramo de metalurgia. (Tabela 3)

Tabela 3 – Caracterização dos trabalhadores segundo a idade, sexo e ramo de atividade econômica, Distrito Federal, 2006-2007.

CARACTERÍSTICAS	ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS	
Idade - Média\pmDP	34,6 \pm 8,8	
Mediana	33	
Mínima	18	
Máxima	65	
Sexo	N	%
Masculino	192	100
Ramo de Atividade		
Metalúrgica	91	47,4
Madeireira	54	28,1
Marmoraria	47	24,5

Os dados referentes aos equipamentos de proteção individual, coletados previamente ao exame audiométrico conforme recomenda a Portaria nº 19 de 09 de abril de 1998, do Ministério do Trabalho do Brasil ²⁵, podem ser observados na Tabela 4.

Esta variável em relação aos ramos de atividade apontou que as indústrias madeireiras são as que menos utilizam este equipamento, sendo que 48,1% dos empregados assumiram que não usam e 29,6% que usam raramente. Entretanto, as indústrias metalúrgicas e marmorarias se destacaram no uso do EPI. (Tabela 4)

Tabela 4 – Dados amostrais coletados na anamnese segundo o uso de EPI auricular e o ramo de atividade econômica, Distrito Federal, 2006-2007.

USO DE EPI	METALÚRGICA		MADEIREIRA		MARMORARIA		TODOS	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Sim	86	94,5	16	29,6	43	91,5	145	75,5
Não	4	4,4	26	48,1	2	4,3	32	16,7
Raramente	1	1,1	12	22,2	2	4,3	15	7,8
TOTAL	91	100,0	54	100,0	47	100,0	192	100,0

No que diz respeito ao tempo de exposição ao ruído (média=8,8 anos; desvio padrão= $\pm 7,2$), este dado mostrou grande variabilidade na Tabela 5, a qual aponta que quanto maior o tempo de exposição, menor o quantitativo de trabalhadores, assim como menor a distribuição da adesão ao EPI auricular. Mais da metade da amostra (67,7%) tinha de 1 a 10 anos de trabalho expostos ao ruído ocupacional.

Tabela 5 - Distribuição da variável tempo de trabalho exposto ao ruído ocupacional segundo a adesão do EPI auricular, Distrito Federal, 2006-2007.

TEMPO*	ADESÃO AO EPI AURICULAR			TOTAL
	SIM	NÃO	RARAMENTE	
	%	%	%	%
1 a 5	40,0	40,6	33,3	39,6
6 a 10	26,9	34,4	26,7	28,1
11 a 15	15,9	15,6	20,0	16,1
16 a 20	9,0	6,3	13,3	8,9
21 a 25	3,4	3,1	6,7	3,6
26 a 30	2,8	-	-	2,1
31 a 35	2,1	-	-	1,6
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0

*Tempo de exposição ao ruído em anos.

Quanto ao potencial desconforto auditivo foi possível observar que o prurido e o zumbido são os mais presentes, sendo que 43,2% dos trabalhadores estudados afirmaram sentir prurido, principalmente durante o uso de EPI auricular.

4.2 - CARACTERÍSTICAS DO ZUMBIDO

Ao avaliar a prevalência de zumbido nos trabalhadores estudados, observou-se que 45,8% referem apresentar esta sensação. Em relação à temporalidade do zumbido, 34,1% afirmaram que o sintoma ocorre *frequentemente* e 65,9% percebem o zumbido *raramente*. Na análise desta variável em relação ao ramo de atividade, observa-se que a indústria madeireira apresentou maior distribuição de zumbido *frequente* entre os ramos em estudo (53,7%), no entanto verifica-se que na indústria metalúrgica o zumbido percebido *raramente* apresenta maior distribuição. Quanto

aos trabalhadores de marmorarias observa-se que mesmo sendo o ramo com menor ocorrência de zumbido, ainda assim os resultados apontam para um número alarmante do sintoma com distribuição de 36,2%. (Tabela 6)

Tabela 6 - Prevalência de zumbido segundo os ramos de atividade econômica e a temporalidade, Distrito Federal, 2006-2007.

PREVALÊNCIA ZUMBIDO	METALÚRGICA %	MADEIREIRA %	MARMORARIA %	TODOS OS RAMOS %
GERAL*	46,2	53,7	36,2	45,8
TEMPORALIDADE				
Freqüente	26,2	48,3	29,4	34,1
Raramente	73,8	51,7	70,6	65,9
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0

* Prevalência geral de zumbido em relação ao total de trabalhadores em cada ramo.

No que se refere ao tipo de zumbido, observou-se que, entre os 45,8% dos trabalhadores que apresentaram o sintoma, 58,0% afirmam que a sensação assemelha-se ao ruído de um “apito”, sendo este o tipo predominante, em seguida aparece o tipo “cigarra” com 22,7% dos casos (Figura 8).

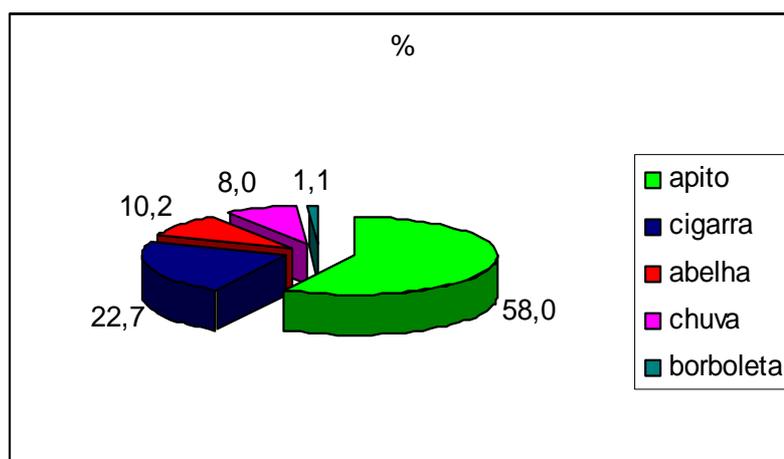


Figura 8 – Distribuição de zumbido segundo o tipo do mesmo, Distrito Federal, 2006-2007.

Em relação à lateralidade do zumbido 40,9% dos trabalhadores referem que a sensação ocorre em ambas as orelhas, 33,0% na orelha esquerda e 26,1% na orelha direita.

Esta variável em relação ao ramo de atividade revela que as indústrias metalúrgicas e madeireiras apresentam as mesmas distribuições tanto para orelha direita quanto para esquerda, sendo que suas maiores prevalências ocorrem em ambas as orelhas. Em contrapartida verifica-se que trabalhadores de marmorarias apresentam maiores prevalências do sintoma na orelha esquerda (52,9%). (Tabela 7)

Tabela 7 – Prevalência de zumbido segundo os ramos de atividade econômica e a lateralidade, Distrito Federal, 2006-2007.

LATERALIDADE	METALÚRGICA	MADEIREIRA	MARMORARIA	TODOS OS RAMOS
	%	%	%	%
OD	26,2	31,0	17,6	26,1
OE	26,2	31,0	52,9	33,0
AO	47,6	37,9	29,4	40,9
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0

OD – orelha direita; OE orelha esquerda.

O tempo de existência do zumbido variou de 1 mês até 10 anos, com tempo médio de 7,5 anos (DP= $\pm 2,4$). Ao relacionar o tempo de zumbido com a lateralidade e a temporalidade, verificou-se que entre os trabalhadores que apresentam zumbido *freqüente* em ambas as orelhas a mediana do tempo de zumbido é de 3 anos. Entre aqueles que apresentam zumbido *freqüente* na orelha direita, a mediana do tempo foi de 2,5, a mesma mediana de tempo foi encontrada para a orelha esquerda.

Ainda relacionando o tempo de zumbido com a lateralidade e a temporalidade, observou-se que entre os trabalhadores com zumbido *raramente* em ambas as

orelhas, a mediana do tempo de zumbido é de 2,5, esta mesma mediana foi encontrada para orelha direita e esquerda.

A presença de zumbido também foi analisada por idade. A média dessa variável nos trabalhadores com a presença do sintoma foi de 34,6 anos. Quando categorizada de forma dicotômica em ≥ 30 anos e < 30 anos, observou-se que 72,7% dos casos de zumbido ocorrem em trabalhadores com idade igual ou acima de 30 anos. Houve uma associação estatisticamente significativa entre a presença de zumbido e a idade ≥ 30 anos ($p < 0,05$ -teste Exato de Fisher).

Ao avaliar a presença de zumbido em relação ao tempo de trabalho exposto ao ruído, observou-se que foi significativamente maior o tempo de trabalho em contato com o ruído naqueles trabalhadores que apresentam zumbido (média=9,0 anos; $DP \pm 7,2$), quando comparados com os que não apresentam o sintoma (média=6,5 anos; $DP \pm 6,1$) ($p < 0,05$ -teste Exato de Fisher).

4.3 - CARACTERÍSTICAS DA PERDA AUDITIVA

De acordo com os resultados audiométricos observou-se que 49,0% dos trabalhadores avaliados apresentam entalhe em frequências agudas no audiograma (3.000, 4.000, 6.000 e 8.000 Hz), caracterizando dano auditivo possivelmente ocasionado pela exposição ao ruído ocupacional. Entre estes, 13,8% em orelha direita, 23,4% em orelha esquerda e 62,8% em ambas as orelhas. (Tabela 8)

Em relação ao ramo de atividade econômica os resultados apontam que 53,8% dos trabalhadores de indústrias metalúrgicas apresentam entalhe

audiométrico, seguidos pelas indústrias madeireiras com 48,1%, e marmorarias com 40,4%.

Ao avaliar a lateralidade do dano auditivo relacionando-o ao ramo de atividade, verificou-se que em todos os ramos predominou a presença de entalhe audiométrico em ambas as orelhas, sendo que a indústria metalúrgica apresentou prevalências iguais na orelha direita e esquerda. Quanto à indústria madeireira e marmoraria observa-se que há uma tendência à lateralidade, já que nesses ramos a orelha esquerda apresentou maiores prevalências quando comparada à orelha direita. Não foram observadas diferenças estatisticamente significante entre os ramos de atividade ($p > 0,05$ -teste Exato de Fisher). (Tabela 8)

Tabela 8 - Prevalência de entalhe PAIR segundo o ramo de atividade econômica e a lateralidade, Distrito Federal, 2006-2007.

ENTALHE PAIR	METALÚRGICA	MADEIREIRA	MARMORARIA	TODOS OS RAMOS
	%	%	%	%
OD	18,4	7,7	10,5	13,8
OE	18,4	23,1	36,8	23,4
AO	63,3	69,2	52,6	62,8
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0

OD – orelha direita; OE orelha esquerda.

Ao analisar o conjunto dos trabalhadores em relação à média dos limiares audiométricos segundo as freqüências a partir de 3.000 Hz, observa-se que as maiores médias encontram-se na freqüência de 6.000 Hz, quando analisada somente a audiometria convencional que avalia os limiares auditivos entre 250 a 8.000 Hz, caracterizando a presença de uma configuração entalhe. Ao avaliar as altas freqüências audiométricas observa-se que as maiores médias ocorreram em

16.000 Hz. Na análise da variação entre as freqüências em cada orelha isoladamente, observa-se que esta foi extremamente significativa ($p < 0,0001$ -*t de Student*) em todas as freqüências tanto para orelha direita quanto para esquerda. Quando analisada a potencial lateralidade desta variável, observou-se significância ($p < 0,05$ -*t de Student*) entre a orelha direita e esquerda somente na freqüência de 16.000 Hz, as demais freqüências não apresentaram diferenças significativas entre as orelhas ($p > 0,05$). (Tabela 9)

Tabela 9 – Média e Desvio Padrão dos limiares audiométricos dos trabalhadores estudados, segundo as freqüências de 3.000 a 16.000 Hz e a lateralidade, Distrito Federal, 2006-2007.

FREQÜÊNCIAS	OD		OE	
	Hz	M	DP	M
3.000	15,1	12,6	15,7	12,6
4.000	20,4	15,5	21,0	15,1
6.000	26,0	15,5	26,3	15,0
8.000	16,6	13,6	17,0	14,1
9.000	14,3	13,1	16,3	13,0
10.000	15,1	12,6	12,1	11,6
12.000	19,1	15,3	18,0	16,8
14.000	16,6	12,5	16,0	13,2
16.000	35,0	13,2	38,3	14,2

OD – orelha direita; OE orelha esquerda; M – média; DP – desvio padrão.

Quando considerado apenas os trabalhadores com entalhes audiométricos, observou-se que na análise da audiometria convencional (250 a 8.000 Hz) a freqüência de 8.000 Hz apresentou as maiores médias em ambas as orelhas. Em relação às altas freqüências, as maiores médias encontram-se na freqüência de

12.000 Hz. A análise estatística não apresentou diferenças significantes em relação à lateralidade ($p > 0,05$ -*t de Student*). (Tabela 10)

Tabela 10 – Média e Desvio Padrão dos limiares audiométricos dos trabalhadores com entalhe PAIR, segundo as frequências de 3000 a 16000 Hz e a lateralidade, Distrito federal, 2006-2007.

FREQUÊNCIAS	OD		OE	
	Hz	M	DP	M
3.000	40,2	12,0	41,7	10,7
4.000	42,2	12,2	43,3	11,5
6.000	43,0	13,1	45,7	12,7
8.000	44,4	13,0	46,4	16,1
9.000	40,1	12,3	44,0	13,8
10.000	43,0	16,3	42,6	13,5
12.000	46,8	12,4	47,3	13,9
14.000	46,4	10,9	47,2	11,2
16.000	46,4	10,6	46,5	11,4

OD – orelha direita; OE orelha esquerda; M – média; DP – desvio padrão.

Nas Tabelas 11 e 12 foi possível perceber que com o avanço da idade, houve um aumento no grau da perda, podendo afirmar que a faixa etária mais elevada (> 50 anos) apresentou perdas de leve a moderada com comprometimento nas frequências a partir de 3.000 Hz. Quando se comparam os limiares auditivos entre as orelhas esquerda e direita, identificou-se que não há diferenças estatisticamente significantes ($p > 0,05$ -*t de Student*), embora a orelha esquerda tenha apresentado piores limiares auditivos em algumas frequências.

As diferenças entre as diversas frequências da orelha esquerda, bem como entre cada frequência e a faixa etária, foram estatisticamente significante ($p < 0,001$ -*t de Student*). O mesmo resultado foi observado na orelha direita. (Tabelas 11 e 12)

Na análise das médias dos limiares audiométricos segundo as frequências a partir de 3.000 Hz e o tempo de exposição, observou-se que quanto maior o tempo de exposição maior o grau da perda auditiva, com significância ($p < 0,05$ -*t de Student*) em todas as frequências quando comparadas entre si. Não houve diferenças estatisticamente significante quando comparadas as médias audiométricas de cada frequência entre as orelhas ($p > 0,05$ -*t de Student*). (Tabelas 13 e 14)

Tabela 11 – Média e desvio padrão dos limiares audiométricos dos trabalhadores segundo a faixa etária e as frequências de 3.000 Hz a 16.000 Hz em orelha esquerda, Distrito Federal, 200-2007.

Faixa Etária		LIMIARES AUDITIVOS																	
		FREQUENCIA (Hz)																	
		3.000		4.000		6.000		8.000		9.000		10.000		12.000		14.000		16.000	
M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
≤30	11,3	8,8	13,5	8,7	18,5	11,1	12,5	8,7	13,4	9,6	11,1	8,4	13,8	11,5	15,7	12,6	27,8	8,9	
31-40	14,3	9,7	19,6	13,9	24,0	12,6	16,9	11,6	18,3	14,0	18,7	14,6	19,0	14,9	26,3	17,6	35,6	16,5	
41-50	24,2	16,9	32,8	16,5	35,2	17,3	26,1	19,5	31,6	25,6	26,6	20,6	45,0	27,5	35,0	18,0	60,0	5,8	
>50	32,2	11,0	43,5	14,8	50,0	13,0	28,0	11,7	25,0	10,9	31,3	14,3	47,3	11,6	55,0	7,0	60,0	0,0	

Tabela 12 – Média e desvio padrão dos limiares audiométricos dos trabalhadores segundo a faixa etária e as frequências de 3.000Hz a 16.000Hz em orelha direita, Distrito Federal, 2006-2007.

		LIMIARES AUDIOMÉTRICOS																	
		FREQUENCIA (Hz)																	
Faixa		3.000		4.000		6.000		8.000		9.000		10.000		12.000		14.000		16.000	
Etária		M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
≤30		10,6	9,1	13,4	10,0	17,5	11,3	11,8	8,4	13	8,2	10,8	9,6	13,0	10,9	14,5	14,8	25,2	11,1
31-40		13,8	11,5	19,6	14,4	24,1	15,4	16,7	13,6	16,9	13,8	18,0	16,8	19,8	13,5	25,1	16,5	30,4	12,6
41-50		20,8	15,6	31,4	17,2	33,1	17,7	23,5	18,6	30,0	20,0	26,6	15,2	36,6	26,4	33,6	19,2	55,0	7,9
>50		32,2	11,0	40,9	14,8	39,0	13,0	24,0	11,7	28,0	10,9	31,3	14,3	46,3	11,6	50,0	7,0	60,0	0,0

Tabela 13 – Média e desvio padrão dos limiares audiométricos dos trabalhadores segundo o tempo de exposição e as frequências de 3.000Hz a 16.000Hz em orelha esquerda, Distrito Federal, 2006-2007.

Tempo de Exposição	LIMIARES AUDIOMÉTRICOS																	
	FREQUENCIA (Hz)																	
	3.000		4.000		6.000		8.000		9.000		10.000		12.000		14.000		16.000	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
1 a 5	11,8	10,0	14,8	10,5	20,7	12,6	14,6	11,6	15,0	12,7	13,7	12,9	17,8	13,9	19,2	17,4	28,5	16,7
6 a 10	15,5	10,1	20,1	13,0	25,5	12,3	14,2	7,4	16,6	7,2	16,1	8,7	23,1	15,9	28,6	16,4	35,2	16,6
11 a 15	18,0	15,3	25,3	19,8	30,1	20,1	22,4	21,4	19,5	10,5	19,5	10,2	26,3	10,4	29,3	20,2	43,6	10,6
16 a 20	26,1	14,2	36,2	14,2	41,0	17,1	25,3	16,1	22,3	17,3	29,3	18,4	39,2	21,6	46,2	12,8	48,1	9,3
21 a 25	27,2	14,7	34,7	17,8	39,3	16,3	26,4	18,3	30,2	20,2	29,6	20,1	46,1	23,0	46,3	13,8	48,6	10,2
26 a 30	30,1	16,7	38,7	12,5	41,7	12,5	27,0	7,0	29,6	6,2	28,7	8,5	46,8	6,2	55,0	7,0	60,0	4,9
30 a 35	37,5	14,3	42,3	17,5	48,3	10,4	28,3	5,7	29,8	9,4	27,3	10,5	47,7	10,6	60,0	8,9	60,0	5,0

Tabela 14 – Média e desvio padrão dos limiares audiométricos dos trabalhadores segundo o tempo de exposição e as frequências de 3.000Hz a 16.000Hz em orelha direita, Distrito Federal, 2006-2007.

Tempo de Exposição		LIMIARES AUDIOMÉTRICOS																	
		FREQUENCIA (Hz)																	
		3.000		4.000		6.000		8.000		9.000		10.000		12.000		14.000		16.000	
M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
1 a 5	11,5	10,0	15,3	11,5	20,6	14,2	14,4	12,1	13,9	10,8	13,1	15,3	17,6	15,3	19,1	17,9	28,3	12,1	
6 a 10	14,5	11,1	18,3	14,1	25,3	12,4	14,2	8,0	16,0	9,3	16,0	11,2	21,8	15,5	27,0	11,4	32,1	17,6	
11 a 15	15,6	14,4	24,1	18,9	28,5	19,3	21,4	18,9	19,1	12,9	18,3	12,1	23,7	17,7	27,0	23,5	41,3	10,1	
16 a 20	25,3	14,3	33,8	14,0	38,2	14,2	22,6	16,2	20,0	15,6	27,3	19,4	38,4	20,3	41,3	10,8	46,0	9,2	
21 a 25	26,8	13,8	33,9	17,2	35,1	15,3	26,3	18,2	30,0	23,1	28,6	19,8	45,3	26,0	42,1	14,9	48,2	9,0	
26 a 30	28,2	17,9	36,7	17,6	40,0	20,1	26,5	6,4	28,7	8,5	28,0	7,0	46,2	5,7	50,0	7,2	55,0	5,3	
30 a 35	29,3	16,0	40,0	20,1	46,6	12,5	26,0	7,0	28,9	12,5	26,0	9,4	47,0	10,3	54,7	8,9	60,0	5,2	

4.4 - CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE

De acordo com a avaliação ambiental foi possível verificar que em cada um dos ramos de atividade estudados apresenta-se um resultado diferente entre os espectros de ruído no ambiente. Nota-se que para cada banda de frequência há um nível equivalente de pressão sonora representado em decibels.

Na indústria metalúrgica a banda de frequência de 8.000 Hz é a que apresenta o nível mais intenso de ruído (85,4 dB), portanto verifica-se que esta predomina no ambiente, sendo a mais nociva ao trabalhador. No entanto, observa-se que as diferenças entre os níveis de intensidade sonora apresentam-se semelhantes entre as demais bandas de frequência. Nota-se que entre as oitavas que vão desde 250 até 8.000 Hz, a diferença de intensidade é pequena, revelando que a energia sonora neste ramo, é distribuída quase que uniformemente entre estas bandas de frequência. (Tabela 15)

Em relação à indústria madeireira, esta análise revela que a banda de frequência de 2.000 Hz é a que predomina no ambiente, podendo ser a que proporciona maiores danos já que, entre as demais, é a que apresenta maior nível de pressão sonora (80,5 dB). Verifica-se ainda que, ao contrário do que se observa na indústria metalúrgica, a distribuição da energia sonora não permanece tão semelhante entre as diversas bandas de frequência, sendo possível observar que as oitavas de 1.000 Hz e 2.000 Hz apresentam os maiores níveis de intensidade. (Tabela 15)

Observa-se que as marmorarias apresentam níveis menos nocivos à saúde de seus trabalhadores, a análise espectral revela que o nível mais intenso de ruído foi 79,3 dB na banda de frequência de 4.000 Hz, sendo predominante no ambiente. Os níveis de intensidade global do ambiente em cada um dos ramos avaliados podem ser observados na Tabela 15, Estes resultados são provenientes da avaliação realizada com o medidor de NPS.

Tabela 15 - Espectro de ruído ambiental segundo os ramos de atividade econômica, Distrito Federal, 2006-2007.

Banda de oitava	RAMOS DE ATIVIDADE ECONÔMICA		
	METALÚRGICA Leq (dB)	MADEIREIRA Leq (dB)	MARMORARIA Leq (dB)
31.5Hz	71,5	62,4	64,2
63Hz	71,7	60,1	63,8
125Hz	76,6	65,8	63,1
250Hz	82,6	72,2	66,6
500Hz	81,8	73,9	71,0
1kHz	81,2	78,6	73,2
2kHz	81,0	80,5	74,9
4kHz	82,2	73,7	79,3
8kHz	85,4	71,0	71,7
16kHz	77,9	58,7	62,0
Leq global	91,0	84,3	82,5

L_{eq} nível equivalente de pressão sonora.

Com base na avaliação da dose de ruído (dosímetro), verifica-se que os resultados apresentaram níveis de pressão sonora diferentes quando comparados aos da Tabela 15. Esta análise revelou que em cada um dos ramos avaliados a intensidade do ruído ultrapassa 100 dB, assim como os níveis de exposição diária, sendo que entre os três ramos estudados a indústria madeireira é aquela com maiores níveis de pressão sonora, com dose correspondente a 2.924,1%. Neste caso, o tempo de tolerância para permanência do trabalhador no ambiente

sem o uso de equipamento de proteção adequado é de 18,4 minutos. Em relação ao ambiente possivelmente mais insalubre, observa-se que a indústria madeireira aparece em primeiro lugar, seguida pela metalúrgica e marmoraria respectivamente. (Tabela 16)

Tabela 16 – 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, 2006-2007.

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

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

4.5 – ANÁLISE ENTRE ZUMBIDO, PAIR E AMBIENTE

Ao avaliar a ocorrência de zumbido entre os trabalhadores que apresentaram entalhe audiométrico característico de PAIR observou-se uma prevalência geral de 56,4%. Entre estes, 41,5% referem sentir o sintoma *frequentemente* e 58,5% afirmam que o zumbido ocorre *raramente*. Quanto à lateralidade, verificou-se que as maiores prevalências ocorrem em ambas as orelhas, orelha esquerda e orelha direita respectivamente. (Tabela 17)

Tabela 17 – Prevalência de zumbido entre os trabalhadores que apresentam entalhe PAIR segundo a temporalidade e lateralidade do sintoma, Distrito Federal, 2006-2007.

TEMPORALIDADE DO ZUMBIDO	%
Freqüente	41,5
Raramente	58,5
TOTAL	100,0

LATERALIDADE DO ZUMBIDO	%
OD	28,3
OE	30,2
AO	41,5
TOTAL	100,0

Na análise das médias dos limiares audiométricos entre os trabalhadores com zumbido segundo as freqüências a partir de 3.000 Hz, observa-se que entre aqueles que sentem o sintoma *frequentemente*, o dano auditivo ocorre em 4.000 Hz, 6.000Hz, com leve recuperação em 8.000 Hz, caindo novamente e progressivamente entre as freqüências a partir de 10.000 Hz. As diferenças entre as orelhas foram estatisticamente significantes nas freqüências de 8.000 a 14.000 Hz ($p < 0,05$ -*t de Student*). Esta análise aponta que os limiares audiométricos dos trabalhadores portadores de zumbido *freqüente*, encontram-se mais prejudicados na orelha esquerda. (Tabela 18)

Entre os trabalhadores que referiram o sintoma de zumbido *raramente*, quando considerado somente a audiometria convencional, verifica-se maior acometimento em 6.000 Hz. Ao avaliar as altas freqüências, nota-se que a lesão está presente nas freqüências de 14.000Hz e 16.000Hz. Não foi observada diferença estatisticamente significativa entre as orelhas ($p > 0,05$ -*t de Student*). (Tabela 18)

Tabela 18 – Média e desvio padrão dos limiares audiométricos segundo as frequências de 3.000 à 16.000 Hz, a temporalidade e a lateralidade do zumbido, Distrito Federal, 2006-2007.

		FREQUÊNCIAS (Hz)																	
ZUMBIDO		3.000		4.000		6.000		8.000		9.000		10.000		12.000		14.000		16.000	
Freqüente		M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
	OD	24,1	18,8	30,8	18,6	33,8	18,1	20,7	12,5	22,6	15,4	23,1	17,2	34,1	24,2	35,0	21,3	55,0	15,2
	OE	25,0	18,1	33,4	20,1	41,9	19,2	35,8	23,5	47,5	3,5	52,5	3,5	55,0	18,9	57,5	3,5	60,0	7,6
	Raramente																		
	OD	12,5	6,5	18,7	12,0	25,0	16,2	15,9	12,4	18,1	15,3	15,9	16,1	19,3	16,8	30,4	22,0	32,7	17,7
	OE	12,0	7,5	20,5	12,5	29,5	18,6	25,0	17,6	24,5	16,4	23,5	16,1	22,5	16,0	34,1	23,7	43,0	17,5

Ao avaliar os trabalhadores portadores de zumbido, cujos resultados da audiometria convencional (até 8.000Hz) foram considerados normais, sem entalhe PAIR no audiograma, observa-se que a frequência lesionada é a de 16.000Hz, apontando para um possível início de perda auditiva induzida por ruído. A frequência de 16.000Hz apresentou diferença estatística extremamente significativa ($p < 0,0001$ -*t de Student*) em relação às demais frequências. Ao comparar orelha direita e orelha esquerda observou-se que não há diferença significativa ($p > 0,05$ -*t de Student*).

Tabela 19 – Média e desvio padrão dos limiares audiométricos de trabalhadores com zumbido e sem entalhe PAIR na audiometria convencional, segundo as frequências de 9.000 a 16.000 Hz e a lateralidade, Distrito Federal, 2006-2007.

LATERALIDADE	FREQUÊNCIAS (Hz)									
	9.000		10.000		12.000		14.000		16.000	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
OD	10,1	6,2	8,1	6,4	14,8	11,7	15,8	17,0	44,8	20,5
OE	12,0	6,9	10,0	8,9	16,1	14,6	21,8	18,5	46,4	21,6

Ao comparar os limiares audiométricos com os resultados da análise espectral e os ramos de atividade econômica, não foi observada associação entre as bandas de oitavas de frequência com os níveis mais elevados de ruído e a frequência da lesão auditiva. Nota-se que as frequências com os maiores limiares não coincidem com as bandas de frequências cujos níveis de intensidade atingiram os maiores valores. Observa-se ainda que, apesar da diferença entre os espectros de ruído nos três ramos, as médias dos limiares audiométricos encontram-se semelhantes. (Tabela 20)

Ainda na análise das médias dos limiares audiométricos em cada ramo de atividade, observou-se que em todos os ramos houve diferença estatisticamente significativa entre orelha direita e esquerda na frequência de 16.000Hz ($p < 0,05$ -*t de Student*) (Tabela 20).

Tabela 20 – Comparação entre os limiares audiométricos e os resultados da análise espectral segundo as bandas de oitavas de frequência e os ramos de atividade econômica, Distrito federal, 2006-2007.

BANDA DE OITAVA	RAMOS DE ATIVIDADE ECONÔMICA								
	METALÚRGICA			MADEIREIRA			MARMORARIA		
	Leq (dB)	OD	OE	Leq (dB)	OD	OE	Leq (dB)	OD	OE
31.5Hz	71,5	-	-	62,4	-	-	64,2	-	-
63Hz	71,7	-	-	60,1	-	-	63,8	-	-
125Hz	76,6	-	-	65,8	-	-	63,1	-	-
250Hz	82,6	15,5	15,3	72,2	14,4	13,3	66,6	16,1	15,8
500Hz	81,8	12,4	12,4	73,9	12,1	11,8	71,0	13,0	12,3
1kHz	81,2	11,2	11,3	78,6	10,4	10,2	73,2	9,5	9,6
2kHz	81,0	10,3	11,5	80,5	12,0	11,5	74,9	9,5	10,8
4kHz	82,2	21,5	20,6	73,7	20,3	22,8	79,3	18,4	19,1
8kHz	85,4	17,8	16,9	71,0	15,6	16,6	71,7	15,4	17,1
16kHz	77,9	41,2	55,0	58,7	34,1	42,3	62,0	35,5	41,8
Leq global	91,0	-	-	84,3	-	-	82,5	-	-

Ao avaliar a prevalência de zumbido segundo o entalhe audiométrico nas frequências de 3KHz, 4KHz, 6KHz, 8KHz, 14KHz e 16KHz e a lateralidade, verifica-se que as maiores prevalências de zumbido tanto em orelha direita como em orelha esquerda, ocorrem na frequência de 8.000Hz. (Tabela 21)

Tabela 21 – Prevalência de zumbido segundo a frequência do maior entalhe, Distrito Federal, 2006-2007.

FREQUÊNCIA (Hz)	TOTAL ENTALHE		ZUMBIDO			
	OD	OE	OD		OE	
	N	N	N	%	N	%
3.000	24	30	15	62,5	20	66,7
4.000	47	50	24	51,1	31	62,0
6.000	54	62	31	57,4	37	59,7
8.000	25	24	19	76,0	18	75,0
14.000	63	72	34	54,0	39	54,2
16.000	74	75	30	40,5	42	56,0

5. DISCUSSÃO

A saúde auditiva do trabalhador vem recebendo destaque nas últimas décadas, já que os problemas encontrados não se limitam apenas à perda auditiva. Muitos estudos alertam para os efeitos extra-auditivos do ruído, efeitos de oclusão dos fones protetores, alteração temporária do limiar, zumbido e outros.

21

A alta prevalência de zumbido encontrada neste estudo é corroborada por outros autores que demonstraram ser uma das causas deste problema a exposição ao ruído e, conseqüentemente, apresentando-se como um dos primeiros sintomas da perda auditiva ⁵⁵⁻⁵⁶⁻⁵⁷, que por sua vez, é o problema de saúde ocupacional mais prevalente nos ambientes industriais ¹⁶, sendo que a PAIR é a segunda forma mais comum de perda auditiva neurosensorial, depois da presbiacusia. ⁶⁸

Observa-se que entre os três ramos analisados, as madeireiras foram as que mostraram menor adesão ao uso do EPI auricular, sugerindo menor cuidado no que diz respeito aos aspectos de prevenção, corroborado pela alta prevalência daqueles que afirmam não usar o equipamento de proteção. No entanto, as indústrias metalúrgicas e marmorarias, que se mostraram mais zelosas no que se refere ao uso dos equipamentos, também apontaram para um número alarmante do sintoma e da lesão auditiva, o que reforça muitos estudos que comprovam que a escolha do equipamento deve ser equivalente à sua real necessidade, já que para cada tipo de exposição ao ruído é recomendável um tipo específico de protetor auricular podendo variar entre protetores do tipo concha, plugs, entre outros. ⁷

Destaca-se que os resultados obtidos indicam que EPI auricular utilizado pelos trabalhadores em questão sugere pouca efetividade ou uso inadequado, uma vez que em todos os ramos de atividade avaliados, é relevante a prevalência dos trabalhadores que desenvolveram algum grau de dano auditivo em pelo menos uma das orelhas, e em pelo menos uma freqüência.

Verifica-se ainda que a alta prevalência de prurido entre os trabalhadores pode estar relacionada ao uso do EPI. Muitos estudos apontam evidências da associação de dermatite de contato com os componentes de alguns materiais usados na fabricação dos equipamentos de proteção.⁶⁹ Outro fator possivelmente responsável pela presença de prurido pode estar relacionado à higienização e conservação dos equipamentos de proteção. Sabe-se que o uso de alguns equipamentos pode provocar irritações e até infecções na orelha externa se manipulados inadequadamente, por isso torna-se de fundamental importância treinar e motivar o uso correto dos protetores auditivos, orientar a escolha do EPI mais adequado ao meio e ao usuário, e principalmente informar quanto aos cuidados de higiene.⁷⁰

Vale ressaltar que o simples fornecimento do EPI não exclui a responsabilidade do empregador nos casos de uso indevido, da não utilização ou da necessidade de substituição deste, quando comprovada a queixa de desconforto em função do equipamento, visto que a NR-6 estabelece como obrigações do empregador em relação ao uso de EPI:

- 1) “adquirir o tipo adequado ao risco de cada atividade;
- 2) exigir seu uso;
- 3) orientar e treinar o trabalhador sobre o uso adequado, guarda e conservação”.²⁵

A questão da lateralidade foi discutida por muitos autores que afirmam que a PAIR é geralmente bilateral.¹¹ Tal evento foi observado neste estudo, já que as maiores prevalências de entalhe PAIR ocorreram em ambas as orelhas. Entretanto, a orelha esquerda mostrou-se levemente mais suscetível que a direita. No que se refere a essa possível assimetria, alguns autores referem que a orelha esquerda é mais vulnerável à lesão por ruído, porém, não apresentam evidências para esta afirmação.⁷¹ Um outro estudo considerou que a audição de adultos do sexo masculino é cerca de 4 dB NA mais baixa à esquerda em relação à orelha direita.⁷² Isso também tem sido observado na prática clínica, sendo possível perceber, durante a realização da audiometria, uma melhor resposta da orelha direita em relação à esquerda. Os possíveis mecanismos fisiológicos para essa diferença parecem ser desconhecidos.

As altas prevalências de entalhe PAIR em orelha esquerda ocorridas em trabalhadores de madeireiras e marmorarias identificadas neste estudo, podem ser, em parte, explicadas pelo fato de que, ao contrário do que se observou na indústria metalúrgica, a maioria das madeireiras e marmorarias funciona em galpões fechados de um lado e abertos do outro, provavelmente em decorrência do excesso de poeira existente nesses ambientes, e com isso a organização física das áreas de produção pode influenciar no maior acometimento entre uma das orelhas; no entanto, acredita-se que estudos mais específicos devam ser realizados para confirmar essa relação de causalidade.¹⁴ A estrutura física dos ambientes também pode justificar o nível de intensidade equivalente global encontrada em cada ramo, resultante do medidor de nível de pressão sonora, já que, nesta análise a indústria metalúrgica apresentou o maior resultado.

Estudiosos consideram que o tempo de reverberação do som em um ambiente fechado seja maior do que o tempo de reverberação de um ambiente aberto.⁵

Ao analisar a média obtida nas frequências de 3.000 a 16.000Hz de toda a amostra, observa-se que em 6.000 e 16.000Hz encontram-se as médias superiores a 25 dB, ou seja, o dano auditivo parece acometer principalmente estas frequências. Pesquisas recentes, cujas avaliações se restringem à audiometria convencional, apontam que 6.000Hz tem sido a primeira frequência a ser atingida em decorrência da exposição ao ruído ocupacional.¹⁴

Em relação à alta prevalência do zumbido percebido *raramente*, acredita-se que a presença do entalhe PAIR, juntamente com a média de idade dos trabalhadores, e o tempo de trabalho em contato com o ruído ocupacional, podem justificar este resultado, pois se o fator preditor para o zumbido é a perda auditiva, e quanto maior for a perda maior será a percepção do zumbido, e o fator preditor para a perda auditiva é a idade e o tempo de exposição ao ruído, sugere-se que esta prevalência seja decorrente da amostra do presente estudo ser jovem, com tempo de trabalho em contato com o ruído ocupacional predominante entre 1 a 5 anos. Este dado esclarece ainda a alta distribuição dos casos de zumbido em trabalhadores com faixa etária acima de 30 anos. Tal achado torna-se semelhante ao estudo recente que avaliou 284 trabalhadores expostos ao ruído, revelando que a PAIR e a idade do trabalhador são variáveis preditoras do zumbido.⁷³ Além disso, ficou evidente, nesta pesquisa, que indivíduos portadores de zumbido *frequente* possuem médias audiométricas piores quando comparadas às médias dos trabalhadores que referiram o sintoma *raramente*, corroborando achados literários que afirmam que quanto pior o grau da perda auditiva maior será a percepção do zumbido.⁵⁰

Vale ressaltar que a prevalência de zumbido e entalhe PAIR acentuada com o aumento da faixa etária, pode ser decorrente também do trabalho em indústria madeireira, marmoraria e metalúrgica apresentar características hierárquicas, isto é, grande parte dos trabalhadores começam esse ofício ainda jovens e passam toda a vida laboral na mesma atividade, mudando apenas os cargos de trabalho. Iniciam como ajudantes e chegam a outras funções, fazendo com que o tempo de serviço e de exposição sejam cumulativos.

Em relação à ocorrência de zumbido em indivíduos sem prejuízos na audiometria convencional, pesquisadores acreditam que este dado pode ser explicado pelo dano difuso de até 30% das células ciliadas externas em toda a espiral da cóclea, sem haver o comprometimento do limiar auditivo em frequências de 250 a 8.000 Hz.⁷⁴ Os resultados encontrados corroboram com as conclusões de Hall e Haynnes, segundo os quais, indivíduos com zumbido e audição normal na faixa de frequência convencional podem apresentar piores limiares de audibilidade nas altas frequências.⁶⁶

Um dos pontos que mais chama a atenção neste estudo é o resultado que envolve as duas etapas da análise ambiental. Observa-se que os dados referentes à intensidade de pressão sonora no ambiente são diferentes, sendo que com base na avaliação de dose, o ruído apresenta-se mais intenso em todos os ramos de atividade. Tal evento pode ser justificado pela forma como foram coletados os dados, já que a posição do medidor de nível de pressão sonora, no momento da avaliação, situava-se em um ponto central da indústria, captando o ruído geral do ambiente. Já na avaliação feita com o dosímetro, o equipamento encontrava-se posicionado próximo à orelha do trabalhador, que por sua vez permanecia em contato direto com as máquinas de produção, captando assim,

níveis superiores de intensidade sonora. Estudiosos revelam que há uma redução da propagação do som pelo ar, ressaltando que os sons de baixa frequência se transmitem mais facilmente pelo ar que os sons de alta frequência.²

Sabe-se que o mecanismo de lesão do órgão de Corti ocorre na espira basal da cóclea, na área responsável pelo som de frequências agudas¹², independentemente do espectro de frequência do ruído agressor, sendo considerável insalubre de acordo com a intensidade do ruído.⁸ Isto justifica o resultado do espectro de ruído encontrado nos ramos estudados, já que para cada ramo, a banda de frequência considerada mais nociva é aquela cujos valores de intensidade, representados em dB, alcançam os maiores picos. Tal acontecimento pode estar relacionado, em parte, ao tipo de matéria prima utilizada em cada indústria, pois acredita-se que a manipulação do corte de madeira por exemplo, reproduza um ruído intenso em banda de frequência mais grave quando comparado ao metal ou ao mármore, isso se deve às particularidades das propriedades físicas que compõe cada matéria. Ressalta-se ainda que, mesmo com resultado espectral diferentes, os três ramos estudados apresentam prejuízo auditivo semelhante tanto em frequência acometida como em grau de perda.

A falta de associação entre as bandas de frequência com níveis intensos de ruído e a frequência da lesão auditiva, encontradas no presente estudo, justificam ainda os achados de uma pesquisa que discutiu a prevalência de PAIR em motoristas de ônibus.²⁰ Acredita-se que o ruído transmitido por motores de ônibus, encontra-se em banda de frequência mais grave quando comparados aos ruídos industriais, mesmo assim, observa-se que os motoristas de ônibus, apesar de estarem expostos a um espectro de ruído diferente, apresentam perdas

auditivas semelhantes às perdas de trabalhadores de indústrias, acometendo primeiramente as frequências agudas do audiograma.

Ressalta-se ainda, que a falta de associação entre as bandas de frequência do espectro de ruído e a frequência da lesão auditiva não descarta a importância da realização deste tipo de análise ambiental, uma vez que para obtenção de um completo e eficiente programa de controle do ruído ocupacional é extremamente importante o conhecimento das bandas de frequência com níveis mais intensos de ruído, no intuito de estabelecer medidas de segurança, facilitando assim na elaboração de projetos de atenuação dos níveis sonoros.²⁻¹⁰

O presente estudo tem como limitações, a dificuldade de verificação da influência do espectro de ruído no tipo de zumbido, uma vez não foram realizadas as medições de intensidade e frequência do sintoma. Sabe-se que a caracterização do tipo de zumbido varia de acordo com sua frequência (grave, média, aguda). Nesta pesquisa observou-se que, na maioria dos casos, o zumbido aparece como um som de “apito”. Imagina-se que este dado revele a predominância de um zumbido em frequência aguda, assim como a presença do dano auditivo. Algumas pesquisas concordam que a frequência de maior prevalência de zumbido é a mesma do maior grau de perda auditiva, porém, acredita-se que para uma diferenciação segura, seria necessário um estudo que realizasse essas medições.⁵⁰

A amostra apresentou limitações quanto à extrapolação dos resultados para as indústrias do DF, na medida em que, provavelmente, só concordaram em participar do estudo aquelas empresas que se consideravam com melhores condições de trabalho. É possível que os resultados encontrados nesta pesquisa

sejam melhores do que a realidade das condições de saúde auditiva dos trabalhadores em metalúrgicas, madeireiras e marmorarias no DF como um todo.

6. CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo permitiram concluir que os níveis de pressão sonora aos quais os trabalhadores estão expostos são elevados, bem como o nível de exposição diária. O limite máximo para a dose percentual, que deveria ser 100%, é ultrapassado em todas as indústrias. Revelando que o tempo de tolerância para permanência do trabalhador no ambiente sem o uso de EPI auricular é baixíssimo.

Os audiogramas alterados representaram cerca de 49,0% da amostra avaliada. Em relação ao zumbido verificou-se que 45,8% dos trabalhadores referem esta sensação. A ocorrência do zumbido em trabalhadores com entalhe PAIR apresentou forte associação, visto que mais da metade dos trabalhadores com entalhe no audiograma (56,4%) afirmaram sentir o sintoma.

Conclui-se ainda que a PAIR, a idade do trabalhador e o tempo de exposição ao ruído são variáveis preditoras do zumbido, e quanto maior for o grau da perda auditiva maior será a percepção do sintoma.

Quanto às perdas relacionadas ao ruído, identificou-se que a frequência com os maiores entalhes foi a de 6.000 Hz quando considerado apenas a audiometria convencional. Em relação às altas frequências, conclui-se que 16.000 Hz é a frequência mais atingida e com maior profundidade, com predominância inicial em orelha esquerda.

A análise ambiental não apresentou associação entre as bandas de frequência com níveis intensos de ruído e a frequência da perda auditiva, visto que, apesar dos três ramos avaliados apresentarem resultados de espectros de ruído diferentes, o padrão da perda auditiva encontra-se semelhante entre os

ramos. Sendo possível afirmar que, neste caso, a intensidade do ruído parece ser o principal fator de risco tanto para a perda auditiva quanto para o zumbido.

Sendo assim, torna-se necessária uma fiscalização mais rígida e eficaz, já que os trabalhadores estão desenvolvendo perdas auditivas e conseqüentemente zumbido, e muitos deles ainda jovens.

O estudo aponta para a importância da implementação de um programa de prevenção auditiva, disposto a oferecer um ambiente saudável e de condições de trabalho adaptadas ao homem, possibilitando o desempenho de suas atividades de forma a preservar a sua saúde.

REFERÊNCIAS

1. Beranek L.L. Acustica. Editorial Hispano Americana S.A. 2ª Edição. Buenos Aires, 1969.
2. Fernandes JC. O Ruído Ambiental: Seus Efeitos e seu Controle. Departamento de Engenharia Mecânica da UNESP, Campus de Bauru, 1994.
3. Nepomuceno L.A. Elementos de Acústica Física e Psicoacústica. Ed. Edgard Blucher Ltda, 1994.
4. Russo ICP. O mundo sonoro e audição. In: LICHTIG, I. org. Audição: Abordagens atuais. São Paulo: Pró-Fono, 1997. p. 25-42.
5. Fernandes JC. O Ruído Ambiental: Seus Efeitos e seu Controle. Departamento de Engenharia Mecânica da UNESP, Campus de Bauru, 2002.
6. Fernandes JC. Avaliação dos níveis de ruído em tratores agrícolas e seus efeitos sobre os operados. Botucatu, [Tese de Doutorado – Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP]. 1991.
7. Fernandes JC. A Influência dos protetores auditivos na inteligibilidade da voz. Monografia do Curso de Especialização – Universidade de São Paulo. Bauru. 2001.
8. Santos UP. Ruído: riscos e prevenção. São Paulo: Hucitec; 1994
9. Gerges SNY. Ruído: Fundamentos e Controle. 2^o Ed. Florianópolis: UFSC, NR Editora. 696 p. 2000.
10. Bistafa RS. Acústica aplicada ao controle do ruído. Editora Edgard Blucher. 1ª ed. São Paulo, 2006.
11. Nudelmann AA, Costa EA, Feligman J, Ibáñez RN. Perda auditiva induzida pelo ruído. Rio de Janeiro: Revinter; 2001.
12. Katz J. Tratado de audiologia clínica. 4. ed. São Paulo: Manole, 1999. 832 p.

13. Russo I C P. Acústica e psicoacústica aplicadas à Fonoaudiologia. São Paulo: Lovise, 1999.
14. Harger M R H C, Barbosa-Branco A. Efeitos Auditivos Decorrentes da Exposição Ocupacional ao Ruído em Trabalhadores de Marmorarias no Distrito Federal. Revista da Associação Médica Brasileira. Vol 50, n 4; São Paulo: out/dez 2004.
15. Freitas PF. Epidemiologia ocupacional. In: Vieira SI. Medicina básica do trabalho. São Paulo: Gênese: 1996. p. 45-51.
16. Kwitko A. Avaliação epidemiológica dos dados audiométricos ocupacionais. Acta Awho 1998: 17; 193-202.
17. NIOSH. Preventing Occupational Hearing Loss. A Pratical Guide National Institute for Occupational Safety and Health, october, 1996.
18. Casali JG. Seeking the sounds of silence. Virginia Tech Research, v. 2, n. 1, jan/feb. 1994.
19. Osguthorpe JD, Klein AJ. Hearing Compensation Evaluation. American Academy of Otolaryngology. Head and Neck Surgery Foundation, 1989.
20. Cordeiro R, Lima-Filho EC, Nascimento LCR. Associação da perda auditiva induzida por ruído com o tempo acumulado de trabalho entre motoristas e cobradores. Cad Saúde Pública, v. 10, p. 210-21, 1994.
21. Vieira KG. Perda da força sofrida pelo arco do equipamento de proteção individual auricular tipo concha de acordo com o tempo de utilização. 2003. 73p .Monografia (Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho), Unesp, Bauru/SP, 2003.
22. Russo ICP, Santos TMM, Busgaib BB, Osterne FJV. Um estudo comparativo sobre os efeitos da exposição à música em músicos de trio elétrico. Rev Bras Otorrinolaringol 1995; 61:477-84
23. Miranda CR, Dias CR, Pena PGL, Nobre LCC, Aquino R. Surdez ocupacional em trabalhadores industriais da região metropolitana de Salvador, Bahia. Rev Bras Otorrinolaringol 1998;64:109-14.

24. Araújo SA. Perda auditiva induzida pelo ruído em trabalhadores de metalúrgica. Rev Bras Otorrinol, 2002, 68: 47-52.
25. Manual de Legislação Atlas. Segurança e medicina do trabalho. 44º ed. São Paulo: Atlas; 2001.
26. Brasil. Ministério do Trabalho. Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho. Portaria nº 24 de 29 de dezembro de 1994. Aprova a Norma Regulamentadora nº 7 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. Brasília: Diário Oficial da união; 1994.
27. 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. p. 44.
28. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 10.152:1987. Acústica – Avaliação do ruído ambiente em recintos de edificação visando o conforto dos usuários – Procedimento. ABNT, Rio de Janeiro: 1987.
29. Resolução CONAMA nº 001 de 08 de março de 1990, Brasília, Diário Oficial da União de 02 de abril de 1990, Seção I, pg. 6.408, com retificações. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>.
30. Brasil. Ministério do Trabalho. Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho Norma Regulamentadora – NR – aprovadas pela Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978. NR 15 – Atividades e Operações Insalubres. Brasília, Ministério do Trabalho, 1978. Anexos 1 e 2.
31. Tzaneva L, Sarov A, Damianova V. Audiological problems in patients with tinnitus exposed to noise and vibrations. Central European Journal of Public Health, 2002; 8 (4): 233 - 5.
32. Shulman A. Introduction: Classification and Definition of Tinnitus. In: Kitahara, M. Tinnitus: Pathophysiology and Management. IGAKU-SHOIN, Tokyo, p. 1-6, 1988.
33. Fukuda Y. Zumbido e suas correlações otoneurológicas. In: Ganança MM. Vertigem tem cura? 1ª ed. São Paulo: 1998, vol 1, p.171-6.

34. Samelli AG. Zumbido: avaliação, diagnóstico e reabilitação. 1ª. ed São Paulo: Lovise; 2004.
35. Fukuda Y Zumbido: Diagnóstico e tratamento. Rev. Bras. Med. Otorrinolaringologia, v.4, n.2, p. 39-43, 1997.
36. Sanchez TG, Miotto Netto B, Sasaki F, Santoro PP, Bento RF. Zumbidos gerados por alterações vasculares e musculares. Arq Fund Otorrinolaringo. 2000; 4(4):136-42.
37. Mangabeira-Albernaz PL, Ganança MM, Fukuda Y, Munhoz MSL. Otorrinolaringologia para o Clínico Geral. São Paulo BYK; 1997; p. 91-3.
38. Kaltenbach J.A, Afman C.E. Hyperactivity in the dorsal cochlear nucleus after intense sound exposure and its resemblance to tone-evoked activity: a physiological model for tinnitus. Hear Res 2000; 140:165-72.
39. Person OC. Avaliação dos potenciais evocados auditivos de tronco cerebral em portadores de *tinnitus* antes e após tratamento com administração sistêmica de compostos com zinco. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto: 2003, p. 1-125.
40. Knobel K A, Sanchez TG. Atuação dos fonoaudiólogos do Estado de São Paulo (Brasil) na avaliação de pacientes com queixa de zumbido e/ou hipersensibilidade a sons. Pró-Fono. Rev. Atual. Cient., 14(2): 215-24, 2002
41. Moller AR. Pathophysiology of tinnitus. Ann. Otol. Rhinol. Laryngol; v.93, p.39-44, 1984.
42. Sanchez TG, Lorenzi MC, Brandão AL, Bento RF. O zumbido como instrumento de estudo das conexões centrais e da plasticidade do sistema auditivo. Rev Bras Otorrinolaringol 2002; 65(6):839-49.
43. Knobel K.AB, Branco FCA., Almeida K. O uso de instrumentos auditivos na terapia do zumbido e da hiperacusia. In: Almeida K, Iorio MCM. Próteses auditivas – Fundamentos teóricos e aplicações clínicas. São Paulo: Lovise, 2ª ed, cap. 20, 2003.

44. Seidmann MD, Jacobsen GP. Update on tinnitus. *Otolaryngol Clin North Am*, 29:455-465, 1996.
45. American Tinnitus Association. *Information About Tinnitus*. Portland, ATA, 1997.
46. Sanchez TG, Ferrari GMS. O controle do zumbido por meio de prótese auditiva: sugestões para otimização do uso. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, v.14, n.1, p. 111-118, 2004.
47. Barnea G, Attias J, Gold S, Shahar A. Tinnitus with normal hearing sensitivity: Extended high-frequency audiometry and auditory-nerve. *Audiology*, 29:36-45, 1990
48. Stouffer JL., Tyler RS. Characterization of tinnitus by tinnitus patients. *Journal of Speech and Hearing Disorders*; 55:439-53, 1990.
49. Gomes SJV, Barboza RM, Santos TMM. A incidência de zumbido numa amostra aleatória na cidade de Salvador. *Rev. CEFAC, São Paulo* 6(1): 89- 93, 2004.
50. Sanchez TG, Bento RF, Miniti A, Câmara J. Zumbido: características e Epidemiologia. Experiência do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. *Rev Brás Otorrinolaringol* 1997; 63(3): 229-235.
51. Mc Fadden D. *Tinnitus: Facts, theories and treatments*. Washington, D.C.: National Academy Press; 1-150, 1982.
52. National Institute For Health (N.I.H.). *Nation Strategic Research Plan: Hearing and Hearing Impairment*. Bethesda U.S. Department of Health and Human Services, 1996
53. Davis A. The Aethiology of Tinnitus: Risk Factors for Tinnitus in the UK Population - A Possible Role for Conductive Pathologies?. In: Reich GE, Vernon J. *Roceedings of the 5th International Tinnitus Seminar*. Portland, p.38-45. 1995.
54. Jakes SC. *Complaints About Tinnitus; Implications for the Treatment of Tinnitus Distress*. *Audiology in Practice*, v. III, no 2, p.1-5, 2001.

55. Palmer KT, Griffin HS, Syddall HE, Davis A, Pannett B, Coggon D. Occupational exposure to noise and the attributable burden of hearing difficulties in Great Britains. *Occupational and environmental medicine*, 2002, 59: 634-9.
56. 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. 1993. Dissertação (Mestrado em Distúrbios da Comunicação), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 1993.
57. Souza AM, Pennacchi LPMS, Silva PCB, Ferreira VEJA. Prevalência do zumbido como sintoma de perda auditiva provocada por ruído. *Revista CEFAC*, 2002, 4: 195-8.
58. Poohn WH, Lee HS, Chia SE. Tinnitus in noise-exposed workers. *Occupational Medicine (Lond)*, 1993 Feb; 43 (1): 35-8.
59. Rissoni RB. Estudo sobre as Queixas Auditivas e Não Auditivas de Trabalhadores de uma Indústria Metalúrgica de São Paulo. 1997. Monografia (CEDIAU) – CEFAC, São Paulo, 1997.
60. Zimmerman KJ. A Prevalência e a Auto-Percepção do Zumbido em Trabalhadores Expostos à Ruído. 1998. Dissertação (Mestrado em Distúrbios da Comunicação), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 1998.
61. Momensohn-Santos TM, Russo ICP (orgs.). *Práticas da audiologia clínica*. Cortez Editora; 2005.
62. Wiley TL, Torre IIIP, Cruickshanks KJ, Nondahl DM, Tweed TS. Hearing sensitivity in adults screened for selected risk factors. *J Am Acad Audiol* 2001;12(7):337-47.
63. Porto MMA, Garyva DLC, Lauris JRP, Lopes AC. Avaliação da audição em frequências ultra-altas em indivíduos expostos ao ruído ocupacional. *Pró-Fono Revista de atualização científica*. 2004; 16 (3): 237-50
64. Shaw GN, Jardine CA, Fridjhon P. A pilot investigation of high-frequency audiometry in obscure auditory dysfunction (OAD) patients. *British J Audiol* 1996;30:233-7.

65. Cai Y, Tang J, Li X. Relationship between high frequency hearing threshold and tinnitus. *Lin Chuang Er Bi Yan Hou Ke Za Zhi* 2004; 18(1): 8-11.
66. Hall III JW, Haynes DS. Audiologic assessment and consultation of the tinnitus patient. *Seminars in Hearing*, 22(1): 37-49, 2001
67. Garavelli SL, Ribeiro BMP, Costa CA, Roldão CD. Quantificação dos níveis de pressão sonora em bandas militares. 24^o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2007.
68. Rabinowitz PM. Noise-induced hearing loss. *Am Fam Physician* 2000; 61:2749-60.
69. Sood A, Taylor JS. Allergic Contact Dermatitis from hearing Aid material. *Dermatitis*, 2004 Mar; 15 (1): 48-50.
70. Skoet R, Olsen J, Mathiesen B, Iversen L, Johansen JD. A survey of occupational hand eczema In: Denmark. *Contact Dermatitis*. 2004 Oct; 51 (4): 159-66.
71. Axelsson A, Vertes D, Miller JM. Immediate noise effects on the cochlear vasculature in the guinea-pig. *Acta Otolaryngol* 1981;91:237.
72. Leme OLS. Estudo audiométrico comparativo entre trabalhadores de área hospitalar expostos e não expostos a ruído. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2001; 67:837-43.
73. Dias A, Cordeiro R, Corrente JE, Gonçalves CGO. Associação entre Perda Auditiva Induzida por Ruído e Zumbido. *Cad. Saúde Publica*. RJ, Jan 2006. 22 (1): 63-68.
74. Sanchez TG, Zonato AY, Bittar RSM, Bento RF. Controvérsias sobre a fisiologia do zumbido. *Arq Otorrinolaringol*, 1(1): 2-8, 1997.

ANEXOS

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 elaborada 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 _____ 2006