

FREDERICO PRUDENTE MARQUES

**PERDA AUDITIVA INDUZIDA PELO RUÍDO: REGISTRO
DAS EMISSÕES OTOACÚSTICAS POR PRODUTOS DE
DISTRORÇÃO COMO MÉTODO DE DIAGNÓSTICO
PRECOCE**

**Dissertação de mestrado
apresentada ao departamento de
Saúde Ambiental da Faculdade de
Saúde Pública da Universidade de
São Paulo para a obtenção do grau
de Mestre.**

**Orientador: Prof. Dr. Everardo
Andrade da Costa.**

**São Paulo
2003**

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação por processos fotocopiadores.

Assinatura: _____

Data:

44362 | 2003 cg

À Rosana, pelo amor e por saber
fazer de mim uma pessoa melhor.

Aos meus pais, pelo carinho e pela
educação, me conduzindo sempre à
busca do conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Everardo Andrade da Costa pela orientação, amizade e compreensão durante a realização deste trabalho.

Ao professor Dr. José Alexandre Médicis da Silveira pela confiança em mim depositada e pelo apoio inestimável à minha formação acadêmica e profissional.

Ao professor Dr. Victor Wünsch Filho pela receptividade e paciência em esclarecer minhas inesgotáveis dúvidas na área da epidemiologia.

À fonoaudióloga Renata Moreira, à engenheira Beatriz e ao Dr. Anísio pela receptividade e informações concedidas.

À direção do Hospital Universitário da USP e à todos os componentes do Serviço Segurança e Medicina do Trabalho pelas portas abertas a este trabalho.

À Clínica Otorrinus pela possibilidade de realizar os exames de Emissões Otoacústicas.

Aos trabalhadores avaliados nesta pesquisa pela colaboração sem a qual seria impossível a condução da mesma.

À CAPES pela bolsa de estudos concedida durante certo período.

À todos aqueles que de alguma maneira colaboraram na realização desta pesquisa.

RESUMO

Marques FP. **Perda auditiva induzida pelo ruído: registro das emissões otoacústicas por produtos de distorção como método de diagnóstico precoce.** São Paulo; 2003. [Projeto de Pesquisa para obtenção do Grau de Mestre em Saúde Pública – Faculdade de Saúde Pública da USP].

Introdução. A Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR) tem sido objeto de estudos crescentes no campo da saúde pública devido às suas repercussões à audição, afetando a qualidade de vida dos trabalhadores. A exposição ao ruído ocupacional pode provocar lesões em nível da orelha interna, sendo que os registros das Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção (EOAPD) podem identificar alterações auditivas iniciais relacionadas a tais lesões, auxiliando no diagnóstico precoce da PAIR. **Objetivos.** Avaliar as EOAPD como método de diagnóstico de alterações fisiopatológicas iniciais provocadas por exposição ao ruído ocupacional. **Métodos.** Foram avaliados 74 trabalhadores do sexo masculino, lotados no *Campus* Universitário da Universidade de São Paulo na capital, divididos em dois grupos pareados por idade e com exame de audiometria tonal dentro de limites aceitáveis: 37 indivíduos expostos ao ruído ocupacional e 37 não expostos. Realizou-se anamnese clínica e ocupacional, otoscopia e registro das EOAPD. **Resultados.** A estimativa do risco (*Odds Ratio*) de ausência de resposta no registro das EOAPD foi 12 vezes maior para o grupo de expostos ao ruído ocupacional (IC 95% 3,1 – 45,9), nas frequências de 3, 4 e 6 kHz agrupadas. A prevalência da ausência de respostas foi de 37,5% para aqueles trabalhadores expostos a doses de ruído de 1 a 1,5 e de 77,0% para os expostos a doses de ruído maiores que 1,5. **Conclusões.** Os resultados sugerem que a exposição ao ruído ocupacional pode provocar alterações nos registros das EOAPD, mesmo em indivíduos com exame de audiometria tonal dentro de limites aceitáveis, indicando que este exame pode ser importante como método de diagnóstico precoce da PAIR.

Descritores: Perda auditiva. Emissões Otoacústicas. Ruído ocupacional

SUMMARY

MARQUES FP. Perda auditiva induzida pelo ruído: registro das emissões otoacústicas por produtos de distorção como método de diagnóstico precoce. [Noise induced hearing loss: record of distortion product otoacoustic emissions as a method for the early diagnosis]. São Paulo (BR), 2003. [Dissertação de Mestrado – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo].

Introduction. The noise induced hearing loss (NIHL) has been subject of increasing research on public health due to its repercussions to hearing, affecting the life quality of workers. The exposition to occupational noise may cause injuries to the internal ear and the record of the distortion product otoacoustic emissions (DPOAE) may identify initial auditory alterations, assisting the early diagnosis of the NIHL. **Objective.** The goal of this research is to evaluate the DPOAE as a method of diagnosis of initial fisiopathological alterations caused by exposition to occupational noise. **Methods.** Underwent the study 74 workers of the University of São Paulo, in the capital city of the State. They were divided in two groups matched by age and with tonal audiometry inside the acceptable limits: 37 exposed to occupational noise and 37 non exposed. Data were collected through occupational and clinical interviews, otoscopy and register of the DPOAE. **Results.** The risk estimates (Odds Ratio) of absent responses in the record of the EOAPD was 12 times higher for the group exposed to occupational noise (IC 95% 3,1 – 45,9), in frequencies of 3, 4 and 6 kHz. The prevalence of absent responses was of 37,5% for those workers exposed to doses of noise of 1 to 1,5 and 77,0% for those exposed to doses of noise higher than 1,5. **Conclusions.** the record of the DPOAE may be useful in the identification of fisiopathological alterations of hearing caused by exposition to occupational noise, even in individuals with examination of tonal audiometry inside of acceptable limits.

Descriptors: Auditory loss. Otoacoustic emissions. Occupational noise

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	PERDA AUDITIVA INDUZIDA PELO RUIDO (PAIR)	4
1.2	ANATOMIA E FISIOLOGIA DA AUDIÇÃO	7
1.2.1	<i>Fisiologia Coclear</i>	9
1.3	FISIOPATOLOGIA DA PAIR	11
1.4	FATORES RELACIONADOS À INSTALAÇÃO E PROGRESSÃO DA PAIR	13
1.5	NÍVEIS DE RUIDO E A LEGISLAÇÃO	17
1.6	DIAGNÓSTICO DA PAIR	19
1.7	EMISSIONES OTOACÚSTICAS	21
1.7.1	<i>Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção (EOAPD)</i>	23
1.7.2	<i>Estudos sobre EOAPD</i>	26
1.8	EOAPD E PAIR	28
1.9	PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE PERDAS AUDITIVAS	31
2	OBJETIVOS	34
2.1	OBJETIVO GERAL	34
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	34
3	METODOLOGIA	35
3.1	TIPO DE ESTUDO	35
3.2	CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	35
3.3	CASUÍSTICA	35
3.3.1	<i>Caracterização da Amostra</i>	35
3.3.2	<i>Seleção dos Sujeitos</i>	36
3.4	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO NA AMOSTRA	38
3.5	LOCAIS DOS EXAMES	38
3.6	PROCEDIMENTOS	39
3.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS	42
4	RESULTADOS	44
4.1	NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA	44
4.2	AUDIOMETRIA TONAL	46

4.3	DADOS DA ANAMNESE.....	49
4.4	REGISTROS DAS EMISSÕES OTOACÚSTICAS POR PRODUTOS DE DISTORÇÃO	53
4.5	DOSE DE RUÍDO	57
4.6	DISTRIBUIÇÃO DOS RESULTADOS DAS EMISSÕES OTOACÚSTICAS POR PRODUTOS DE DISTORÇÃO SEGUNDO SINTOMAS, EXPOSIÇÃO AO RUÍDO NÃO OCUPACIONAL, EXPOSIÇÃO AOS SOLVENTES, USO DE PROTETOR AURICULAR...	59
5	DISCUSSÃO	64
5.1	SELEÇÃO DOS SUJEITOS.....	64
5.2	MEDIDAS DA PRESSÃO SONORA	65
5.3	CÁLCULO DA DOSE DE RUÍDO	66
5.4	AVALIAÇÃO DA AUDIOMETRIA TONAL.	67
5.5	AVALIAÇÃO DA ÍMITANCIOMETRIA.....	69
5.6	REGISTROS DAS EMISSÕES OTOACÚSTICAS POR PRODUTOS DE DISTORÇÃO.....	69
5.7	DOSE DE RUÍDO E EOAPD	72
5.8	DISTRIBUIÇÃO DOS RESULTADOS DAS EMISSÕES OTOACÚSTICAS POR PRODUTOS DE DISTORÇÃO SEGUNDO SINTOMAS, USO DE PROTETOR AURICULAR, EXPOSIÇÃO AOS SOLVENTES, EXPOSIÇÃO AO RUÍDO NÃO OCUPACIONAL, HÁBITO DE FUMAR.....	73
5.8.1	<i>Sintomas.....</i>	73
5.8.2	<i>Uso de Protetor Auricular.....</i>	74
5.8.3	<i>Exposição aos Solventes.....</i>	75
5.8.4	<i>Exposição ao Ruído Não Ocupacional</i>	75
5.8.5	<i>Hábito de fumar</i>	76
5.8.6	<i>Utilização do Registro das EOAPD em Saúde Ocupacional</i>	77
6	CONCLUSÕES.....	79
7	REFERÊNCIAS.....	80
8	ANEXOS	90

LISTA DE ABREVIATURAS

ACOM – American College of Occupational Medicine

dB – decibel

dB(A) – decibel nível de pressão sonora no circuito de compensação A

dB NPS - decibel nível de pressão sonora

dB NA – decibel nível de audição

EOAPD – Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção

EOA – Emissões Otoacústicas

EOAET – Emissões Otoacústicas Evocadas Transientes

EOAEF – Emissões Otoacústicas por Estímulo Frequência

LER – Lesões por Esforços Repetitivos

MT – Membrana Timpânica

MAE – Meato Acústico Externo

PAIR – Perda Auditiva Induzida pelo Ruído

WHO – World Health Organization

SESI – Serviço Social da Indústria

SUS – Sistema Único de Saúde

kHz - quilohertz

CCI – Células Ciliadas Internas

CCE – Células Ciliadas Externas

TTS – Temporary Threshold Shift

PTS – Permanent Threshold Shift

Hz – Hertz

mm – milímetros

MG – Média Geométrica

ISO – International Organization for Standardization

NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health

PPPA – Programa de Prevenção de Perdas Auditivas

PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais

PCMSO – Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional

NR – Norma Regulamentadora

INSS – Instituto Nacional do Seguro Social

f1 – frequência 1 no teste de EOAPD

f2 – frequência 2 no teste de EOAPD

L1 – intensidade sonora de f1

L2 – intensidade sonora de f2

EPI – Equipamento de Proteção Individual

PCA – Programa de Conservação Auditiva

SESMT – Serviço Especializado de Medicina e Segurança do Trabalho

USP – Universidade de São Paulo

MTE – Ministério do Trabalho e Emprego

da Pa – decapascal

1 INTRODUÇÃO

A exposição ao ruído, ou níveis elevados de pressão sonora, é a principal causa de perda auditiva sensorioneural em indivíduos adultos, sendo possível sua prevenção (BEHAR *et al.* 2000). Investigar tal exposição e suas conseqüências para a audição tem sido uma preocupação constante no campo da saúde pública, envolvendo crescentes estudos para melhor entender e delimitar a ocorrência da Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR) (SANTOS *et al.* 1999; MAY 2000).

A exposição ao ruído é um risco à saúde dos trabalhadores que, de acordo com a Organização Mundial de Saúde (WHO 1980), pode perturbar o trabalho, o descanso, o sono e a comunicação dos seres humanos. A PAIR é uma patologia insidiosa, crescendo ao longo dos anos, apresentando relação direta com a intensidade, tempo de exposição e a susceptibilidade individual do trabalhador ao ruído. A partir de, aproximadamente, 40 anos de idade, há tendência de piora dos limiares audiométricos nas freqüências mais altas, em relação a indivíduos mais jovens com semelhante tempo de exposição (ALMEIDA *et al.* 2000). As lesões causadas pela PAIR atingem a orelha interna, tendo início nas células ciliadas externas e acometem as regiões de altas freqüências primeiramente (RAYMOND *et al.* 1978; VINCK *et al.* 1999).

De acordo com COSTA (1988), a audiometria tonal liminar por via aérea é um método universalmente adotado para exames de massa em trabalhadores, mas não é o melhor meio de avaliação dos distúrbios produzidos pelo ruído. E, além disso, o que importa ao médico do trabalho é detectar precocemente os primeiros sinais de lesão e, por não ser necessariamente um especialista, ele necessita de um método simples e eficiente.

As Emissões Otoacústicas (EOA) ou Otoemissões Acústicas podem ser estudadas como meio diagnóstico de lesões auditivas. Foram descritas pela primeira vez por David Kemp, em 1978, que as definiu como sons que podem ser registrados no meato acústico externo, resultantes da atividade fisiológica coclear. Outros estudos confirmaram a relação entre a eletromotilidade das

células ciliadas externas e a presença das Emissões Otoacústicas (ECKLEY *et al.* 1993; FROLENKOV *et al.* 1998).

As EOA são classificadas em espontâneas ou provocadas e, dentre estas, as Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção (EOAPD) podem ser obtidas em indivíduos com perdas auditivas de até 50 decibéis nível de audição (dB NA), sendo possível observar, através de diferentes frequências apresentadas como estímulo, um gráfico de respostas entre 500 a 8000 Hertz (AVAN e BONFILS 1993; LOPES FILHO 1995; OEKEN 1999). COUBE e COSTA FILHO (1998) observaram 100% de ocorrência nas respostas das EOAPD em indivíduos com audição normal (limiar audiométrico até 20 dB NA), nas frequências de 1; 1,5; 2; 3; 4 e 6 quilohertz (kHz).

Assim, a avaliação das EOA torna-se um meio importante no estudo de lesões cocleares, havendo evidências de que alterações iniciais nas células ciliadas externas possam ser detectadas antes que sejam observadas na audiometria tonal liminar (HOTZ *et al.* 1993). De acordo com LINDEMAN (1971), vários pacientes apresentam queixas auditivas com exames audiométricos normais. GLORIG (1980) relata que lesões cocleares iniciais não são detectadas pela audiometria, sendo verificadas somente após certo tempo de exposição ao ruído, quando já existem danos estabelecidos. As EOA, então, mostram potencial para o acompanhamento da função coclear em orelhas expostas ao ruído ou outros riscos (PROBST *et al.* 1987; VINCK *et al.* 1999; HALL e LUTMAN 1999).

A vigilância sobre alterações da audição faz parte do conjunto de medidas com objetivo de prevenir a instalação ou evolução de perdas auditivas, chamado Programa de Prevenção de Perdas Auditivas (PPPA), o qual é baseado em recomendações propostas pelo *National Institute for Occupational Safety and Health* -- NIOSH (FIORINI e NASCIMENTO 2001). Exames audiométricos confiáveis são fundamentais para o estabelecimento da etiologia e do caráter evolutivo das perdas auditivas detectadas e a conseqüente tomada de decisões sobre as prioridades e a eficácia do programa (NUDELMANN *et al.* 1997).

A avaliação auditiva através das EOA se adequa aos objetivos de um PPPA, na medida em que pode detectar lesões cocleares precoces induzidas por ruído (CARNICELLI 1997). É um teste objetivo, não invasivo, rápido, de grande sensibilidade e especificidade (ECKLEY *et al.* 1993; HOTZ *et al.* 1993). FIORINI (2000) refere que na vigilância epidemiológica de alterações auditivas decorrentes de exposição ao ruído, o teste de EOA permite obter informações clínicas importantes e complementares à audiometria. Segundo FABIANI (1993), as EOA devem ser usadas como teste audiológico de rotina no diagnóstico das perdas auditivas sensorineurais, pois proporcionam maior conhecimento sobre a fisiopatologia da orelha interna, o que torna tal exame de grande utilidade nos casos de PAIR.

Desse modo, o estudo das EOAPD, como exame que possa identificar alterações auditivas iniciais em trabalhadores expostos ao ruído, pode contribuir para prevenção da evolução destas perdas auditivas, à medida que tal método diagnóstico torne-se reconhecido como instrumento eficaz, a ser aplicado em Programas de Prevenção de Perdas Auditivas.

1.1 PERDA AUDITIVA INDUZIDA PELO RUÍDO (PAIR)

O ruído pode ser definido por suas características físicas e acústicas como um som que apresenta ondas aperiódicas e cujo espectro não revela, claramente, seus componentes de frequência. No entanto, uma definição subjetiva é capaz de estabelecer a característica básica do ruído: é um som não desejável ou que provoca sensação sonora desagradável (RUSSO 1997). O equivalente a essa definição seria dizer que “som é o que eu faço, ruído é o que meu vizinho faz” (BEHAR *et al.* 2000). RELSTER (1975) define ruído como sons com influência negativa, física ou psicológica, para o homem; incluindo mudanças de comportamento e estilo de vida em direção a experiências prejudiciais para o indivíduo.

Historicamente há evidências que a preocupação com a presença do ruído data de, aproximadamente, 600 a.C., quando trabalhadores da cidade de Síbaris, na Itália, que utilizavam martelos para suas atividades, foram proibidos de trabalhar dentro dos limites da cidade (WARD 1979).

Nos tempos modernos, principalmente após a Revolução Industrial, o desenvolvimento industrial e o fenômeno de aglomeração urbana, expuseram, cada vez mais, a sociedade a níveis intensos de ruído. É neste contexto que se desenvolvem maiores estudos a respeito dos prejuízos causados pelo ruído em trabalhadores expostos (NUDELMANN *et al.* 1997).

Acredita-se que o ruído represente a principal causa, sujeita a prevenção, de hipoacusia sensorineural (BEHAR 2000). A Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR) é altamente prevalente nos países industrializados, incluindo o Brasil. Pesquisas relacionadas à PAIR receberam maiores incentivos a partir da década de 40, devido aos constantes processos judiciais de indenização, ocorridos nos Estados Unidos e Europa. Aspectos de prevenção e fatores de risco associados à PAIR foram e, ainda são, amplamente estudados (ALMEIDA *et al.* 2000).

PHANEUF e HETU (1990) encontraram uma prevalência total de 77/1.000, em homens e, 70/1.000, em mulheres, para a PAIR. Atualmente, no

Brasil, a PAIR e as lesões por esforços repetitivos (LER), parecem ser as duas doenças mais notificadas dentre as relacionadas ao trabalho. Dados do ambulatório do Departamento de Higiene e Segurança Industrial do Serviço Social da Indústria (SESI), na cidade de São Paulo, referentes às décadas de 60 e 70, revelaram um aumento na prevalência da PAIR, das doenças por agentes biológicos, da asma profissional e, no final deste período, a emergência das LER (MENDES 1995). Em Salvador, na Bahia, dados do ambulatório de doenças do trabalho do Sistema Único de Saúde (SUS), no período de 1988 a 1990, mostram a PAIR como principal diagnóstico de primeira consulta, seguida das LER (REGO e PEREIRA 1997).

Em 1989, o American College of Occupational Medicine (ACOM) estabeleceu diversas características da PAIR, quanto a evolução, freqüências afetadas, níveis de perda auditiva. Em sua definição, considera a PAIR como uma perda auditiva que se desenvolve devagar, ao longo de muitos anos, como consequência de exposição a ruído de alta intensidade, contínuo ou intermitente. O ACOM define, ainda, o Trauma Acústico Ocupacional, como uma repentina mudança nos limiares auditivos, resultante de exposição única a uma "explosão sonora".

No Brasil, o COMITÊ NACIONAL DE RUÍDO E CONSERVAÇÃO AUDITIVA (1999) definiu a Perda Auditiva Induzida pelo Ruído, com o objetivo de apresentar o posicionamento oficial da comunidade científica brasileira sobre o assunto, como: "uma diminuição gradual da acuidade auditiva, decorrente da exposição continuada a elevados níveis de pressão sonora". Foram estabelecidas as principais características da PAIR:

- ▶ é sempre sensorineural;
- ▶ uma vez instalada, é irreversível;
- ▶ raramente leva a perdas auditivas profundas;
- ▶ manifesta-se primeira e predominantemente nas freqüências de 6, 4 e 3 quilohertz (kHz);
- ▶ os sintomas podem incluir zumbidos e intolerância a sons intensos; pode haver comprometimento da inteligibilidade da fala;
- ▶ cessada a exposição ao ruído, não deverá haver progressão da PAIR;

- ▶ características físicas do ruído (tipo, espectro e nível de pressão sonora), tempo de exposição e susceptibilidade individual influenciam a PAIR;
- ▶ geralmente atinge nível máximo para as frequências de 3, 4 e 6 kHz, nos primeiros 10 a 15 anos de exposição, sob condições estáveis de ruído;
- ▶ não torna o ouvido mais sensível a futuras exposições;
- ▶ o diagnóstico envolve anamnese clínica e ocupacional, exame físico, avaliação audiológica e, se necessário, exames complementares;
- ▶ pode ser agravada por exposição simultânea a outros agentes como, por exemplo, produtos químicos e vibrações;
- ▶ é passível de prevenção e pode acarretar alterações funcionais e psicossociais capazes de comprometer a qualidade de vida do trabalhador.

1.2 ANATOMIA E FISIOLOGIA DA AUDIÇÃO

Para uma melhor compreensão acerca das alterações auditivas causadas por exposição ao ruído e dos métodos diagnósticos empregados para sua detecção, é necessário o conhecimento das estruturas anatômicas e dos mecanismos básicos envolvidos na função auditiva.

O som, ou onda sonora, é resultado do movimento vibratório de partículas em um meio material (ar, água, metais etc.), sendo uma forma de energia capaz de produzir alterações na densidade e pressão do meio ao seu redor (RUSSO 1997). O som pode, então, propagar-se pelo ar alcançando o pavilhão auricular e o meato acústico externo (MAE), chegando até a membrana timpânica (MT), a qual delimita a orelha externa da orelha média. Recebendo a pressão sonora, a MT movimenta-se, transmitindo sua vibração para os ossículos da orelha média: martelo, bigorna e estribo. Este é articulado, em sua base, com a janela oval, parte da orelha interna, que recebe a pressão sonora (BENTO *et al.* 1998).

O estímulo acústico pode, também, alcançar a orelha interna por via óssea, através da energia vibratória transmitida para os ossos do crânio. Existem, ainda, na orelha média, pequenos músculos, o tensor do tímpano (ligado ao martelo) e o músculo do estribo (estapédio), os quais se contraem na presença de um estímulo sonoro muito intenso, dificultando a transmissão do som até a orelha interna, protegendo-a. A contração do músculo do estribo ocorre bilateralmente e se faz de forma reflexa aos sons com intensidade maior que cerca 80 decibéis nível de pressão sonora (dB NPS), dependendo do limiar de audibilidade mínima do indivíduo (HUNGRIA 1995; BROWNING 1998).

A orelha interna é constituída por um sistema de pequenas cavidades contidas por osso compacto, o labirinto ósseo; dentro deste, encontram-se canais delimitados por membranas, o labirinto membranoso. O labirinto ósseo contém a perilinfa, um líquido semelhante ao extracelular e o labirinto membranoso contém a endolinfa, um líquido semelhante ao intracelular (RYAN 1997).

A cóclea é a região anterior da orelha interna, tem forma de caracol, formando uma espiral com duas voltas e meia, sendo mais larga em sua base e afinando-se em seu ápice. Internamente, a cóclea contém três escalas (canais) ou rampas: a média, que contém endolinfa, a vestibular e a timpânica, que contém perilinfa. As escalas média e timpânica são separadas pela membrana basilar, enquanto as escalas média e vestibular são separadas pela membrana de Reissner. Existe uma comunicação entre as escalas timpânica e vestibular, no ápice da cóclea, conhecida como helicotrema, que permite a passagem da perilinfa. Na base coclear são encontradas a janela oval, acoplada à base do estribo, em contato com a perilinfa da rampa vestibular, e a janela redonda, em contato com a perilinfa da rampa timpânica. Quando a vibração da janela oval provoca pressão nos líquidos cocleares, a janela redonda também movimentar-se por essa pressão, permitindo o movimento destes líquidos (MOULIN e COLLET 1996).

Dentro da escala média, também chamada de canal ou ducto coclear, encontra-se o órgão de Corti, composto por fileiras de células apoiadas na membrana basilar, desde a base até o ápice coclear. São células que possuem, em um de seus pólos, estereocílios, os quais estão em estreita relação com a chamada membrana tectória. As células ocupam a porção mais interna da membrana basilar, em relação com o "eixo" da cóclea (modíolo). Assim, existe uma fileira única de células próximas ao "eixo" coclear, chamadas células ciliadas internas (CCI), e outras células mais afastadas do modíolo, que são conhecidas como células ciliadas externas (CCE). Um corte transversal na cóclea revela a disposição destas estruturas, mostrando que as CCE formam três fileiras, da base ao ápice coclear (BENTO *et al.* 1998).

A inervação destas células se faz de modos diferentes, sendo que a maioria (90 a 95%) das fibras nervosas aferentes, que constituem o nervo auditivo, fazem sinapse com as CCI e cada uma das células recebe cerca de 10 fibras; enquanto as CCE recebem apenas de 5 a 10% da inervação aferente, sendo que uma fibra pode ligar-se a 10 a 20 células. A inervação eferente se faz através de vias neurais dos núcleos olivococleares medial e lateral. As CCE recebem a maioria de sua inervação eferente do complexo

olivar contralateral, enquanto as CCI recebem quase toda sua inervação eferente do complexo ipsilateral (MOULIN e COLLET 1996; KURC 1999).

1.2.1 FISILOGIA COCLEAR

Para explicar o funcionamento da cóclea existem duas teorias principais: um mecanismo passivo e um processo coclear ativo .

O movimento da base do estribo, em contato com a janela oval, determina a transmissão da vibração para a perilinfa, a qual se move, variando sua pressão, até movimentar a janela redonda (janela de descompressão). Com o movimento da perilinfa ocorre, então, vibrações nas membranas de Reissner e basilar, propagando uma oscilação desde a região basal da cóclea até seu ápice. A membrana basilar é mais estreita e rígida na base coclear, junto ao estribo, e vai se alargando em direção ao ápice, assim, suas características físicas são diferentes em cada porção. Estas diferenças fazem com que exista um ponto de deflexão máxima para cada frequência sonora e, neste ponto, a membrana basilar vibra mais facilmente, dissipando a energia da onda. Nestas regiões da membrana, as células ciliadas são mais excitadas e informam a região cortical correspondente, ocorrendo discriminação da frequência sonora. Este processo é considerado um mecanismo passivo e não muito acurado, pois a região de oscilação máxima da membrana basilar pode envolver estímulo de células vizinhas e, conseqüentemente, outras frequências. De qualquer modo, sabe-se que a região basal da cóclea é mais eficientemente estimulada pelas frequências sonoras altas, enquanto as frequências mais baixas produzem estímulo maior na região coclear apical (OLIVEIRA 1993; KURC 1999).

O modelo passivo e seu mecanismo de ondas viajantes, descrito por Von Békésy em 1960, não pode explicar a propriedade de seletividade fina de frequências. A intervenção de mecanismos ativos seria indispensável para explicar tal seletividade e a origem destes mecanismos estaria na interação entre CCE e CCI (PUJOL 1989; TEAS 1989).

O mecanismo ativo depende de propriedades contráteis das CCE. A oscilação da membrana basilar permite o movimento dos estereocílios das CCE, que se encontram em contato com a membrana tectória. Assim que são excitadas pela inclinação de seus cílios, as CCE se despolarizam e se contraem (contração rápida), em fase com a frequência do estímulo dado, amplificando a vibração das membranas basilar e tectória. A membrana tectória, então, tem sua oscilação ampliada, o que permite a estimulação das CCI. O estímulo alcança, desse modo, poucas CCI para cada frequência sonora específica. Estas células, através da inervação aferente, enviam mensagens ao sistema nervoso central, constituindo a base para a acurada discriminação de frequências. (PUJOL 1989; KURC 1999).

As propriedades eletrobiomecânicas das CCE levam a uma importante amplificação do estímulo sonoro e capacidade aumentada de discriminação de frequências. Tais propriedades envolvem contrações rápidas, induzidas por mecanismo de eletromiose, e contrações lentas, que envolvem a ativação de proteínas contráteis e são moduladas pelo sistema eferente medial. As contrações lentas controlariam a tonicidade das CCE e regulariam as propriedades mecânicas da membrana basilar. Assim, a estimulação do sistema eferente medial pode regular as contrações lentas, atenuando as contrações rápidas (OLIVEIRA 1993).

As contrações das CCE, acentuando as oscilações da membrana basilar, provocam vibrações nos líquidos cocleares, até as janelas redonda e oval. A energia vibratória é, então, transmitida através da orelha média de maneira retrógrada, alcançando a membrana do tímpano, onde é transformada em energia acústica. Esta energia pode ser medida no conduto auditivo externo, constituindo as emissões otoacústicas (KEMP 1978; PROBST e HARRIS 1997).

1.3 FISIOPATOLOGIA DA PAIR

O ruído pode afetar a audição de maneira repentina, como ocorre durante exposição a sons explosivos (trauma acústico), causando, não somente lesões nas células cocleares, mas também rompimento da membrana timpânica, desarticulações entre os ossículos da orelha média e hemorragias (BENTO *et al.* 1998). No entanto, quando a exposição é continuada, as lesões cocleares iniciais, nas células ciliadas, representam o interesse maior do estudo fisiopatológico relacionado à PAIR, principalmente no que se refere ao seu diagnóstico precoce.

A exposição a ruído pode provocar alterações nos limiares auditivos, apenas temporariamente. Então, o *Temporary Threshold Shift* [alteração temporária do limiar] (TTS), é uma piora ou elevação transitória do limiar auditivo, em uma ou mais das frequências testadas. Muitos indivíduos são acometidos pelo TTS, não somente após um dia de trabalho com exposição a ruído, mas após, por exemplo, irem a um concerto musical. Os sintomas relacionados ao TTS, que podem incluir, além da hipoacusia, zumbidos e plenitude auricular, normalmente regredem depois de, aproximadamente, 14 a 16 horas; bem como ocorre o retorno dos limiares auditivos ao normal do indivíduo (BEHAR 2000).

Quando não ocorre o retorno dos limiares auditivos aos níveis anteriores à exposição que causou o TTS, acontece o *Permanent Threshold Shift* [alteração permanente do limiar] (PTS). A relação entre TTS e PTS não é simples, pois a recuperação do TTS envolve variáveis como intensidade e duração da exposição ao ruído, a susceptibilidade individual e, ainda, o conceito de que o ruído intermitente causa menos dano que o ruído contínuo (WARD *et al.* 1976; MELNICK 1991). Assim, a exposição ao ruído contínuo, através dos anos, é mais lesiva que a exposição intermitente, a qual permite um período de descanso e recuperação à orelha (ACOM 1989).

ALMEIDA *et al.* (2000), através de estudo retrospectivo em 222 trabalhadores diagnosticados como tendo "surdez profissional", em São

Paulo, concluem que as freqüências audiométricas mais afetadas dependem da faixa etária e do tempo de exposição ao ruído. Assim, nos primeiros 10 anos de exposição, a freqüência que está mais comprometida é a de 4.000 Hz, sendo seguida por 6.000 Hz, considerando indivíduos de até 39 anos de idade. Os autores propõem que os desvios de limiares audiométricos na freqüência de 4.000 Hz, sejam valorizados com objetivo da prevenção de “disseminação” da lesão coclear, principalmente nos indivíduos com menos de 50 anos de idade. AXELSSON (1979), refere que, considerando ruído contínuo, as freqüências de 4.000Hz ou 6.000 Hz. são acometidas inicialmente e, considerando ruído de “impulso”, ocorre prejuízo à freqüência de 6.000 Hz, seguida pela de 4.000 Hz.

RASK-ANDERSEN *et al.* (2000) analisaram, através de microscopia eletrônica, a cóclea de um paciente que, devido uma cirurgia de base de crânio para ressecção de uma neoplasia, teve sua orelha interna esquerda removida em bloco. O paciente tinha 55 anos de idade e história de exposição a ruído ocupacional por 30 anos; seu exame audiométrico mostrava pior limiar auditivo na freqüência de 4.000 Hz. A análise da cóclea revelou lesões mais pronunciadas nas CCE, associadas ao giro basal, aproximadamente de 10 a 13 mm de distância da janela redonda.

As alterações nos limiares auditivos, temporárias ou permanentes, se relacionam às lesões provocadas nas estruturas cocleares: células ciliadas, estereocílios, células de suporte, fibras nervosas. O local exato inicial das lesões cocleares pode ser difícil de determinar, pois depende do espectro de freqüências do ruído apresentado e sua intensidade. No entanto, é evidente que as células ciliadas externas (CCE) apresentam alterações químicas intracelulares e exaustão metabólica, com uma tendência a mudanças estruturais, quer exista a reversibilidade da alteração auditiva ou não. Se o dano é suficiente, as CCE podem se fundir e formar conglomerados, assim como seus estereocílios. Paralelamente a estas modificações, surgem alterações citoplasmáticas, que podem evoluir para desintegração do núcleo celular. Lesões vasculares, danos às células ciliadas internas (CCI) e às células de sustentação fazem parte do processo. As CCI são mais resistentes que as CCE, mas após sua degeneração, comumente ocorre lesão neural na

área correspondente. Portanto, nos casos de lesões leves e moderadas, as CCE são acometidas precocemente e a estrutura padrão e o funcionamento coclear são alterados (ENGSTROM e ENGSTROM 1979; OLIVEIRA 1997).

1.4 FATORES RELACIONADOS À INSTALAÇÃO E PROGRESSÃO DA PAIR

Além da susceptibilidade individual, fatores como idade, sexo, exposição ao ruído não ocupacional, hábito de fumar e outros, podem influenciar no desenvolvimento e progressão da PAIR.

BORG *et al.* (1995) listaram algumas causas para a variabilidade individual com relação ao PTS, como: fatores anatômicos individuais (meato acústico externo, orelha média, reflexo do músculo do estribo) que atuam na transmissão sonora; susceptibilidade individual das estruturas cocleares; fatores fisiológicos da orelha interna como o fluxo sanguíneo e o papel do sistema eferente de inervação; fatores não ligados, diretamente, ao ruído, como idade, uso de substâncias tóxicas e histórico de infecções. HENDERSON *et al.* (1993) colocam que o sexo e fatores genéticos, como a cor dos olhos, podem ser significativos em estudos bem controlados, mas contribuem com pequena fração da variabilidade em estudos de perda auditiva.

A deficiência auditiva, ocorrendo como conseqüência do envelhecimento, é chamada de presbiacusia e pode ser considerada uma variável importante quando se analisa a PAIR em longos períodos de exposição. A interação entre PAIR e presbiacusia tem sido investigada em diversos estudos (ISO-7029 1984; HENDERSON *et al.* 1993), os quais consideraram que tal associação contribui para piora da perda auditiva. ROSENHALL *et al.* (1990) mostraram que, na idade de 79 anos, não houve grande diferença entre aqueles que tinham sido expostos ao ruído e os não expostos. De acordo com a ISO 1999 (1990), os efeitos da idade e ruído são aditivos até atingirem 40 dB NA.

A idéia de que a audição é melhor nas mulheres que nos homens, com o avanço da idade, parece bem estabelecida (ISO-7029 1984). BERGER *et al.* (1978), comparando grupos de homens e mulheres pareados por idade, que tinham sido expostos a níveis equivalentes de ruído por alguns anos, encontraram limiares auditivos piores para os homens. JOHNSON (1991) atribuiu muitas destas diferenças à exposição ao ruído não ocupacional, ao qual os homens estariam mais sujeitos que as mulheres. ROBINSON (1971), acreditava que as mulheres apresentam melhores limiares auditivos em relação aos homens da mesma faixa etária, em grupos expostos ou não expostos a ruído.

HENSELMAN *et al* (1995), estudando militares dos EUA, encontraram diferenças significativas entre os níveis auditivos de soldados negros e soldados brancos, sendo que para estes os resultados foram piores. CLARK e BOHL (1994) analisaram os limiares audiométricos de trabalhadores de indústrias dos EUA, considerando idade, raça e sexo. Para uma faixa etária superior a de 40 anos, os homens brancos apresentavam maior comprometimento auditivo com o aumento da idade. Para os trabalhadores mais jovens não houve diferença nos limiares auditivos, considerando raça ou sexo. KRYTER (1983) considera que o risco aumentado para os caucasianos pode ser devido a maior exposição destes ao ruído não ocupacional..

CARTER (1980) comparou os limiares audiométricos de 257 sujeitos expostos a ruído de diferentes intensidades, separando-os pela coloração dos olhos, considerando a possibilidade da presença ou não de pigmento de melanina na íris. O autor encontrou diferença significativa para os limiares na frequência de 4.000 Hz, apenas à esquerda, sendo piores no grupo com a coloração da íris indicativa de ausência de melanina. Segundo COÓPER (1994), há outros estudos que associam maior susceptibilidade para a PAIR em pessoas com olhos claros, mas a validade de suas conclusões pode ser questionada devido a problemas estatísticos de amostragem.

MACEDO (2003) avaliou 2.407 indivíduos trabalhadores da indústria metalúrgica e concluiu que aqueles com íris mais clara (com menor quantidade de melanina proporcionalmente na orelha interna) possuem maior susceptibilidade à PAIR

O uso de determinados grupos de drogas, como os aminoglicosídeos, está associado a perda auditiva. Estes antibióticos têm efeito aditivo à exposição a ruído e seu mecanismo de ação é relacionado com lesão de CCE (HUMES 1984; BENTO *et al.* 1998). A ototoxicidade por aminoglicosídeos geralmente se faz de maneira rápida. Já outras drogas ototóxicas, como os salicilatos e os beta-bloqueadores, estão associadas com alterações auditivas progressivas e reversíveis (BROWNING 1998).

Doenças autoimunes e cardiovasculares, tireoidopatias e outras têm sido associadas à perda auditiva sensorioneural, mas com mecanismos de ação ainda sem determinação precisa (BROWNING 1998). TAY *et al.* (1995) referem que a perda auditiva encontrada em pacientes diabéticos foi relacionada à duração da doença e não à sua severidade, avaliada pela presença de retinopatia diabética.

O hábito de fumar e sua relação com perda auditiva foram estudados por CRUICKSHANKS *et al.* (1998), através da avaliação audiométrica de 3.753 sujeitos, com idade média de 65,8 anos, 57,7% sendo mulheres. Os autores encontraram o fumo como fator de risco para perda auditiva relacionada com aumento da idade. BARONE *et al.* (1987) analisaram a relação entre o hábito de fumar e a PAIR, em 2.348 sujeitos expostos ao ruído em níveis de 88,7 dB (A) à 89,1 dB(A), considerando outras variáveis como exposição ao ruído não ocupacional e tempo de exposição ao ruído ocupacional. A conclusão refere que o hábito de fumar foi significativo como fator de risco para perdas auditivas em altas frequências.

A PAIR não relacionada ao trabalho diz respeito à possibilidade de que a exposição ao ruído de diferentes fontes, fora do ambiente de trabalho como por exemplo, no trânsito, em concertos musicais, através do hábito de ouvir música com fones de ouvido ou da prática de tiro ao alvo, possa causar lesão auditiva coclear. ISING *et al.* (1994) estudaram 681 sujeitos com idade entre 10 e 19 anos, com hábito de ouvir música através de fones de ouvido por uma a quatro horas diárias, em níveis que alcançavam até 110 dB NPS. Os autores, então, estimaram que 7% dos sujeitos estavam expostos aos níveis de ruído potencialmente lesivos à cóclea.

LEPAGE e MURRAY (1998), numa pesquisa que envolveu 1.724 sujeitos, considerando variáveis como idade, sexo, exposição ao ruído ocupacional e hábito de ouvir música com fones de ouvido, registraram a presença de Emissões Otoacústicas Evocadas por Transientes. Uma de suas conclusões refere que o uso deste tipo de aparelho sonoro individual é associado com dano coclear, comparável ao provocado pela PAIR ocupacional. JORGE JR (1993) avaliou os limiares auditivos de 908 jovens através da audiometria tonal e sua relação com hábitos de exposição à música eletronicamente amplificada, verificando uma tendência do aumento do número de jovens com limiares comprometidos em função da assiduidade de exposição.

MIRANDA e DIAS (1998) estudaram a PAIR em trabalhadores de bandas musicais de Bahia ("trios elétricos"). A prevalência entre os 187 indivíduos avaliados foi de 40,6%, sendo que as alterações eram mais severas entre os próprios músicos e trabalhadores ligados à produção.

A exposição a substâncias químicas no ambiente de trabalho, como os solventes, também tem sido estudada como fator de risco relacionado à PAIR. MORATA *et al.* (1997) avaliaram 124 sujeitos, expostos a uma mistura de solventes contendo, principalmente, tolueno, etanol e acetato de etila, e ainda, expostos ao ruído contínuo de 71 dB(A) até 93 dB(A). Foram consideradas no estudo variáveis como idade, tabagismo, dose de exposição ao ruído, exposição ao ruído não ocupacional, consumo de álcool, história clínica e ocupacional, exposição ao tolueno, indicador biológico para tolueno (ácido hipúrico na urina), sendo que somente esta última variável e a idade foram consideradas significativas após análise por regressão logística múltipla. Os autores concluem que a exposição ocupacional ao tolueno aumentou a probabilidade de perda auditiva e, ainda, considerando os resultados audiométricos e pesquisa do reflexo do músculo do estribo (estapédio), que o efeito dos solventes na audição pode se dar em regiões retrococleares da orelha interna.

BERNARDI (2000), estudando trabalhadores expostos ao ruído e tolueno, através do exame de Emissões Otoacústicas Evocadas por Transientes (EOAET), sugere uma ação neurotóxica do tolueno numa porção

retrococlear da via auditiva, ocasionando um tipo de lesão diferente daquela provocada somente pelo ruído. CARY *et al.* (1997), numa revisão da literatura envolvendo estudos sobre os efeitos da exposição combinada ao ruído ocupacional e solventes, concluem que tal interação na determinação de perda auditiva pode ocorrer, mas não há informação suficiente para uma conclusão definitiva acerca dos níveis de exposição que seriam “relevantes” no ambiente de trabalho.

1.5 NÍVEIS DE RUÍDO E A LEGISLAÇÃO

Considerando que a ocorrência de seguidos TTS, sem um tempo ideal de recuperação da audição, pode provocar um PTS, então, qual seria o nível de ruído seguro? Uma intensidade sonora que não provocaria, na maioria das pessoas, alterações em seus limiares audiométricos.

Numa tentativa de avaliar quais seriam os níveis seguros de exposição ao ruído, MILLS *et al.* (1979) reuniram os resultados de sete autores, referentes aos tais “níveis críticos” (aqueles que causavam uma piora no limiar audiométrico de 5 dB NA, mesmo após 16 horas de repouso acústico). Os níveis de ruído sugeridos variaram de 74 dB NPS a 85 dB NPS, dependendo de sua frequência. Para 4.000 Hz, o nível foi de, aproximadamente, 75 dB NPS. IRLE *et al.* (1998) estudaram os efeitos da exposição ao ruído contínuo a 70 dB(A) e ruído de “impulso” a 113 dB(A), em 10 sujeitos previamente expostos a 94 dBA por uma hora (equivalente a 85 dB(A) por 8 horas). Avaliando o tempo de restituição do TTS provocado, concluem que diferentes níveis de ruído, mesmo abaixo do nível de 85 dB(A), considerado como limite por diversos países, podem causar alterações nos limiares auditivos. E, ainda, níveis de apenas 70 dB(A) podem provocar um tempo de restituição do TTS significativamente comparável aos provocados por níveis mais elevados.

Segundo SUTER (1993), a exposição a elevados níveis de ruído pode causar danos auditivos ou não; o que determinaria tal dano seria o tempo de exposição ao ruído. A ISO-1999 (1990), em suas determinações acerca de

exposição ao ruído ocupacional, refere-se à jornada diária de trabalho de 8 horas e níveis sonoros de 75 dB(A) a 100 dB(A). Mas, ressalta que seus conceitos são baseados em dados estatísticos e, portanto, não deveriam ser usados para prever ou acessar o dano auditivo das pessoas individualmente.

No Brasil, segundo a Norma Regulamentadora nº 15 (BRASIL MTE 1978), os limites de tolerância para exposição ao ruído se baseiam na jornada diária de trabalho de 8 horas, onde a intensidade não deve ultrapassar 85 dB(A). É utilizado o “fator de dobra” de 5 dB. Desse modo, a cada aumento de 5 dB(A) na intensidade do ruído ao qual o trabalhador é exposto, deve-se reduzir pela metade o tempo de exposição.

A dose de ruído a que um indivíduo é exposto relaciona a intensidade sonora com o tempo de trabalho (jornada diária) considerado para as definições dos limites de tolerância. A dose de ruído de 100% corresponde, então, a uma exposição ao ruído de 85 dB NPS por 8 horas diárias ou de 90 dB NPS por 4 horas diárias e assim por diante (SANTOS *et al* I. 1999). O cálculo da dose pode ser feito para ruído contínuo ou intermitente, considerando o tempo total diário, em minutos, no qual o trabalhador fica exposto a determinado nível de pressão sonora. As referências para o cálculo serão os limites de tolerância da Norma Regulamentadora nº15. Por exemplo: uma dose de ruído igual a 50% pode corresponder à exposição por 8 horas diárias numa intensidade sonora de 80 dB NPS.

A Norma Regulamentadora nº 9 (BRASIL MTE 1994) define como Nível de Ação “o valor acima do qual devem ser iniciadas ações preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições a agentes ambientais ultrapassem os limites de exposição” (seção I, 21 281). No caso do ruído, tal limite seria o de dose superior a 50% (0,5) dos níveis permitidos. Assim, deverão ser objeto de controle, através de um Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), as situações que apresentarem exposição ocupacional acima do “Nível de Ação”.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (WHO 1980), qualquer posto de trabalho que apresente níveis de ruído igual ou superior a 80 dB(A),

pode ser considerado potencialmente patogênico, independente do tempo de exposição do trabalhador.

KWITKO *et al.* (1996) estudaram dois grupos de trabalhadores de um hospital geral na cidade de Porto Alegre – RS, 114 expostos ao ruído ocupacional e 73 não expostos. Foram considerados expostos os indivíduos que trabalhavam em ambientes com níveis de pressão sonora acima de 81 dB(A) inclusive. Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos com relação a presença de alterações auditivas.

1.6 DIAGNÓSTICO DA PAIR

O diagnóstico da PAIR deve ser realizado através de avaliação audiométrica em associação com a história clínica e ocupacional do indivíduo, exame físico e outros exames complementares solicitados a critério médico (ACOM 1989; COMITÊ NACIONAL DE RUÍDO E CONSERVAÇÃO AUDITIVA 1999; BRASIL INSS 1998).

A audiometria tonal liminar tem sido o instrumento de maior utilização no diagnóstico das alterações auditivas provocadas pelo ruído e, atualmente, nela se baseiam todas as normas oficiais de avaliação de indivíduos expostos aos níveis de pressão sonora elevados (COSTA 1992).

A Portaria nº 19 do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL MTE 1998), que complementa a Norma Regulamentadora nº 7, devido à necessidade de atualizar as medidas preventivas de medicina do trabalho, adequando-as aos novos conhecimentos técnico-científicos, refere-se aos parâmetros para a interpretação dos resultados do exame audiométrico “de referência”. Classifica como dentro dos limites aceitáveis os casos em que os limiares auditivos estejam menores ou iguais a 25 dB NA, em todas as freqüências testadas. São considerados sugestivos de PAIR ou perda auditiva por níveis de pressão sonora elevados, os casos que apresentarem, nas freqüências de 3.000 e/ou 4.000 e/ou 6.000 Hz, limiares auditivos acima de 25

dB NA e mais elevados que nas outras freqüências testadas, estando estas comprometidas ou não, em um ou ambos os lados.

Os casos que não se enquadram nestas descrições são considerados não sugestivos de perda auditiva por níveis de pressão sonora elevados.

A mesma Norma, referindo-se à interpretação do exame audiométrico “seqüencial”, considera sugestivo de desencadeamento de PAIR os casos em que, estando os limiares auditivos em todas as freqüências testadas, no exame referencial e no seqüencial, menores ou iguais a 25 dB NA, ocorra, na comparação entre os exames, uma das situações:

a diferença entre as médias aritméticas nas freqüências de 3.000, 4.000 e 6.000 Hz é igual ou maior que 10 dB NA;

piora igual ou maior que 15 dB NA, em pelo menos uma das freqüências de 3.000, 4.000 ou 6.000 Hz;

Mesmo quando apenas o exame de referência apresente limiares iguais ou menores que 25 dB NA, se na comparação com o exame seqüencial forem observadas uma das situações acima, a Norma classifica este como um caso sugestivo de desencadeamento de PAIR.

O “agravamento” da PAIR ocorre nos casos já confirmados em exames audiométricos de referência, quando a comparação com os exames seqüenciais mostra uma das evoluções: a piora em uma freqüência isolada iguala ou ultrapassa 15 dB NA; a diferença entre as médias aritméticas dos limiares em 500, 1.000 e 2.000 Hz ou em 3.000, 4.000 e 6.000 Hz, iguala ou ultrapassa 10 dB NA.

A utilização da audiometria tonal, apenas, como exame diagnóstico da PAIR, tem sido criticada pelo fato de basear-se na capacidade de se ouvir ou não um tom puro, o que não seria eficiente para a avaliação auditiva do indivíduo. O trabalhador pode referir, não surdez, mas outros sintomas, como dificuldade no reconhecimento da fala, principalmente em ambiente ruidoso, apresentando a audiometria tonal dentro de limites aceitáveis (COSTA 1997, 2001).

Com objetivo de evitar o desenvolvimento da PAIR e, levando-se em consideração as deficiências da Audiometria Tonal na detecção de alterações iniciais da audição, têm sido propostos outros meios complementares de avaliação diagnóstica para PAIR, à luz dos avanços nos conhecimentos científicos acerca da fisiologia auditiva. Neste contexto, o uso do registro das Emissões Otoacústicas, na medida em que seu mecanismo de geração parece estar estreitamente relacionado com a biomotilidade coclear, vem somar-se aos instrumentos para avaliação auditiva de trabalhadores expostos a ruído (HALL e LUTMAN 1999; GATTAZ 2001; OLIVEIRA 2001).

1.7 EMISSÕES OTOACÚSTICAS

Os estudos de Békésy sobre a fisiologia auditiva e seu modelo de “ondas viajantes”, baseados no mecanismo passivo coclear, foram aceitos durante muitos anos pela maioria dos estudiosos deste assunto. GOLD, em 1948, sugeriu que os experimentos de Békésy falhavam em mostrar a verdadeira resposta coclear, pois eram realizados em cadáveres, e hipotetizou a existência de um mecanismo ativo coclear relacionado à discriminação de frequências. Mas, não conseguiu provar tal teoria experimentalmente e suas idéias foram desacreditadas. A cóclea era, então, considerada um sistema passivo e linear, que recebia as vibrações e passava-as as células ciliadas (KEMP 1997, KURC 1999).

Somente através dos trabalhos de KEMP (1978) foi possível testar a hipótese de que haveria uma atividade fisiológica em nível da cóclea, relacionada com um processo mecânico ativo, responsável pela característica não linear da resposta coclear e sua acurada seletividade de frequências. Tal atividade, provocando energia vibratória, poderia retornar através da cóclea e cadeia ossicular da orelha média, sendo captada como um som no meato acústico externo (MAE). Estes sinais sonoros foram chamados de Emissões Otoacústicas (EOA). Poucos anos depois, em 1983, o mecanismo ativo coclear, chamado “amplificador coclear”, e o processo de seletividade de frequências através das contrações das CCE, foram demonstrados por Davis

e por Brownell, respectivamente (KEMP 1997, ROBINETTE e GLATTKE 1997).

Através de seus estudos, Kemp já descrevera diferentes tipos de EOA, dividindo-as em duas classes: as Emissões Otoacústicas Espontâneas, sinais de banda estreita que ocorrem sem estímulo externo e as Emissões Otoacústicas Evocadas, que são geradas por um estímulo sonoro externo. As Evocadas são, geralmente, subdivididas em três categorias, de acordo com o estímulo que as provocou, a saber:

as Emissões Otoacústicas Evocadas por Transientes (EOAET) são produzidas por sinais sonoros de curta duração (*clicks* ou *tone burts*);

as Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção (EOAPD) são geradas através de um estímulo bitonal;

as Emissões Otoacústicas Evocadas por Estímulo-Freqüência (EOAEF) são provocadas por um tom puro contínuo, variando em freqüência (MOULIN e COLLET 1996).

As EOAEF apresentam muitas dificuldades de medição, pois sua freqüência de resposta é a mesma do estímulo usado para sua geração. Isto significa que, para extração de seu componente de resposta, seria necessário um método muito sensível de cancelamento de fase. Assim, não se tem utilizado tal método em estudos clínicos (PROBST e HARRIS 1997).

As Emissões Espontâneas, então, são sinais acústicos medidos no MAE na ausência de qualquer estímulo conhecido e sua presença sugere que a sensibilidade coclear, em região próxima da freqüência captada, é normal. Elas estão presentes em 35% a 75% das pessoas com audição considerada normal, dependendo de um controle adequado de ruídos externos na sua medição. Devido sua prevalência variável, por sua irregularidade e baixa amplitude de freqüências, não são as emissões de escolha para estudar clinicamente a função coclear (BRIGHT 1997).

Em diversos estudos, a prevalência das EOAET tem variado de 90% a 100%, em indivíduos com audição normal, não sendo obtidas respostas quando há perda auditiva variando de 30 dB NA a 40 dB NA (MOULIN e COLLET 1996). Por empregarem um estímulo com espectro de freqüências

amplo, produzem uma resposta simultânea de várias regiões da membrana basilar, as quais são filtradas e analisadas. Assim, há uma avaliação global da resposta coclear, não permitindo um estudo acurado de faixas estreitas de freqüências (ROBINETTE e GLATTKE 1997; CARVALHO *et al.* 2000; GATTAZ 2001). Ao interpretar estes resultados deve-se lembrar que seu espectro de respostas é mais robusto em regiões de média freqüência, entre 1.000 Hz e 3.000 Hz. Portanto, mesmo em orelhas normais, as respostas para EOAET podem estar diminuídas ou ausentes nas freqüências mais altas (PROBST e HARRIS 1997; KON *et al.* 2000).

O registro das EOAET oferece informações sobre a sensibilidade auditiva e pode-se dizer que, se elas estão presentes, supõe-se uma sensibilidade auditiva melhor que 30 dB NA (PROBST e HARRIS 1997). Desde que sejam estabelecidos parâmetros para realização e interpretação, tem sido considerado como teste de escolha para avaliação (triagem) auditiva em recém nascidos (PALUDETTI *et al.* 1999).

1.7.1 EMISSÕES OTOACÚSTICAS POR PRODUTOS DE DISTORÇÃO (EOAPD)

As Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção (EOAPD) são evocadas através de um estímulo sonoro bitonal. Assim, dois tons puros, com freqüências próximas, são apresentados à orelha, provocando todo o processo coclear ativo envolvido na discriminação destas freqüências. Como são usados dois tons, ocorre uma interposição das vibrações provocadas por eles. Desse modo, além dos picos de oscilação que ocorrem nos pontos de freqüências específicas relacionadas aos dois tons, há também, em outras regiões da membrana basilar, onde existiram interposições, geração de energia vibratória pelo processo ativo coclear. Os produtos de distorção, então, são o resultado desta energia, sendo suas freqüências diferentes daquelas dos tons estimuladores (KEMP 1997; PROBST e HARRIS 1997).

Os sons que evocam os produtos de distorção são chamados de tons ou freqüências primárias f_1 e f_2 , sendo que, convencionalmente, utiliza-se uma

freqüência menor para f_1 com relação a f_2 . Estas devem ser próximas, para ocorrer uma interposição “suficiente” na oscilação da membrana basilar (BROWN *et al.* 2000). Através de relações matemáticas, pode-se determinar as regiões de freqüência nas quais foram gerados os variados produtos de distorção, existindo, assim, as expressões $2f_1-f_2$, f_2-f_1 , $3f_1-f_2$, usadas para calcular estas regiões. De fato, em estudos clínicos, tem se usado o produto de distorção referente a $2f_1-f_2$, por apresentar maior amplitude de respostas que os outros. Outra relação entre as freqüências primárias, que tem sido considerada como um parâmetro em estudos clínicos, é chamada *razão* f_2/f_1 , a qual deve ser, aproximadamente, igual a 1,22, ou seja $f_2 = f_1 \times 1,22$. Isto porque, obedecendo-se esta relação, o produto de distorção em $2f_1-f_2$ mostra-se mais amplo (LONSBURY-MARTIN *et al.* 1997; MOULIN e COLLET 1996).

As intensidades de f_1 e f_2 também tem relação com a amplitude das respostas cocleares e são chamadas L1 e L2, respectivamente. Diversos estudos tem procurado determinar quais seriam as intensidades ideais para se conseguir as maiores amplitudes de respostas dos produtos de distorção, em $2f_1-f_2$. Assim, em estudos clínicos, podem ser usadas intensidades de L1 iguais as de L2, em níveis de 65 dB NPS a 75 dB NPS. Segundo KEMP *et al.* (1986), dois estímulos a 70 dB NPS seriam adequados para estudos das EOAPD. No entanto, a sensibilidade das EOAPD às lesões cocleares parece aumentar quando se utilizam intensidades de estímulo menores para L2, suspeitando-se haver uma participação mais efetiva do mecanismo ativo coclear perante baixas intensidades de estímulo. Desse modo, pode-se utilizar uma intensidade de L2 menor que L1, cerca de 5 dB NPS a 15 dB NPS, mantendo-se L1 em 65 dB NPS a 75 dB NPS (HAUSER e PROBST 1991; GORGA *et al.* 1996; LONSBURY-MARTIN *et al.* 1997; KUMMER *et al.* 2000).

O espectro de freqüências estudado clinicamente com as EOAPD é mais amplo que os dos outros tipos de EOA, situando-se, geralmente, entre 500 Hz a 8.000 Hz. Porém, devido aos problemas, principalmente com o ruído de fundo, nas freqüências abaixo de 1.000 Hz, as respostas são irregulares, dificultando sua medição (ROBINETTE e GLATTKE 1997). Segundo PRIEVE (1992), enquanto as EOAET apresentam respostas mais consistentes em freqüências abaixo de 3.000 Hz, as EOAPD têm melhor registro acima de

3.000 Hz. Tal característica se mostra de extrema importância no estudo das alterações auditivas precoces da PAIR, visto que as frequências inicialmente acometidas estão na faixa de 3.000 a 6.000 Hz.

O registro das EOAPD pode ser realizado em função da frequência dos tons primários, mantendo-se L1 e L2 em intensidades constantes, obtendo-se as respostas cocleares através de espectros de frequências predeterminados, variando de dois a quatro pontos por oitava. Este tipo de registro já foi chamado de *EOAPD-audiogram* [EOAPD-audiograma], mas por não representar verdadeiramente uma medida de sensibilidade auditiva como o “audiograma” (audiometria), tem-se preferido chamá-lo de *DP-Gram*, termo sem tradução para a língua portuguesa, ou *EOAPD-frequency-level function* [EOAPD-função nível-frequência]. Uma importante vantagem deste método é poder identificar alterações cocleares relacionadas a cada frequência estudada (LONSBURY-MARTIN *et al.* 1997).

Uma outra maneira de avaliar as EOAPD é registrar sua amplitude em função da intensidade dos tons primários, chamada *input/output function* [função entrada/saída] ou *DP Growth rate* [função de crescimento]. Neste caso, as intensidades dos estímulos vão sendo aumentadas, para cada frequência estudada, na tentativa de avaliação de um limiar de detecção dos produtos de distorção (MOULIN e COLLET 1996).

A seleção do intervalo de frequências a ser avaliado dependerá dos objetivos traçados para cada estudo. Neste caso, deve-se sempre considerar que, usando-se um maior número de pontos por oitava de frequência, haverá maior sensibilidade no registro de alterações cocleares tênues, mas isso fará o tempo do teste ser aumentado. Em estudos clínicos, procura-se usar frequências primárias com médias geométricas centradas nas frequências audiométricas a serem avaliadas. É comum usar intervalos de três ou dois pontos de oitava, geralmente, 500 e 750 Hz, 1, 2, 3, 4, 6 e 8 kHz (PAINTER 1997; PROBST e HARRIS 1997).

Quando se representam os registros das EOAPD através das frequências estudadas, procura-se usar a média geométrica (MG) entre cada par de tons primários, f_1 e f_2 , afim de que este valor se aproxime das frequências geralmente utilizadas em investigações clínicas, de 500 a 8.000

Hz. A MG apresenta uma estreita correlação com a região coclear onde as EOAPD, em $2f_1-f_2$, foram geradas (MOULIN *et al.* 1994).

Exemplificando: para análise das EOAPD próximas da frequência de 3.000 Hz, f_1 será igual a 2.734 Hz e f_2 igual a 3.348 Hz; então, a MG será igual a 3.041 Hz, o que respeita a relação $f_2/f_1=1,22$. O produto de distorção registrado é gerado em 2.120 Hz ($2f_1-f_2$).

1.7.2 ESTUDOS SOBRE EOAPD.

Desde sua descoberta, as EOAPD têm sido amplamente estudadas, não somente considerando-se aspectos de seu mecanismo de geração, o que tem evidenciado correlações diretas com a fisiologia coclear, mas visando-se a possibilidade da utilização deste novo método de avaliação auditiva na prática clínica.

LONSBURY-MARTIN *et al.* (1991) estudaram a influência da idade na geração das EOAPD. Analisaram 30 sujeitos, divididos por idade em três grupos, de 31 a 40 anos, de 41 a 50 anos e de 51 a 60 anos, sendo que cada grupo contava com 5 homens e 5 mulheres. Os limiares audiométricos não ultrapassavam 30 dB NA, havia reflexo estapediano presente em 1.000 Hz, Imitanciometria considerada normal e história clínica negativa para fatores de risco relacionados à perda auditiva. As EOAPD foram registradas através do DP-Gram e da função entrada/saída, com $L_1=L_2=65, 75$ ou 85 dB NPS (para o DP-Gram) e $f_2/f_1=1,21$. As emissões eram consideradas presentes se sua amplitude fosse, pelo menos, 3 dB maior que o ruído de fundo. Os resultados foram comparados com estudos realizados previamente em indivíduos com 20 anos de idade e mostraram diminuição nas amplitudes das respostas com o aumento da idade, principalmente em frequências mais altas.

LOPES FILHO *et al.* (1995) estudaram 37 sujeitos com limiares audiométricos iguais ou melhores que 10 dB NA, a idade variou de 22 a 29 anos, sendo 23 do sexo feminino e 14 do sexo masculino. Os sujeitos tiveram Impedanciometria normal e negavam outras doenças ou fatores de risco para perda auditiva. Foram feitos registros das EOAPD, com $L_1=L_2=70$ dB NPS,

verificadas as freqüências de 500 Hz, 1, 3, 4 e 8 kHz, sendo aceitas as respostas com desvio padrão da relação sinal/ruído igual a 5. As EOAPD foram mensuráveis em 100% das orelhas, para as freqüências de 500 a 4.000 Hz, e em 89,2%, na freqüência de 8.000Hz. Os autores concluem que, pode-se estudar as EOAPD através de um gráfico de respostas em relação com diferentes freqüências, ao qual denominaram "Audiococleograma"; as respostas em 500 Hz são menos intensas e muito variáveis; os resultados comparando as orelhas do lado direito com o esquerdo foram semelhantes; as EOAPD são importantes no diagnóstico topográfico das deficiências auditivas.

Com o objetivo de analisar a amplitude das EOAPD em indivíduos com perda auditiva sensorineural estabelecida, AVAN e BONFILS (1993) estudaram 25 sujeitos com limiares audiométricos melhores ou iguais a 10 dB NA e 50 sujeitos com perda auditiva sensorineural, com idade entre 7 a 70 anos. Foram registrados os produtos de distorção função entrada/saída, com $f2/f1=1,23$ e $L1=L2$ de 42 a 72 dB NPS (aumentos de 10 em 10 dB), nas médias geométricas de freqüências de 1.100, 1.500 Hz e 2, 4, 6 e 8 KHz. As emissões foram tomadas como significativas se estivessem, pelo menos, 4 dB acima do ruído de fundo (duas vezes o desvio padrão da média do ruído de fundo). Os autores concluíram que as EOAPD propiciam informação com especificidade de freqüência, quando são usadas intensidades mais baixas de tons primários, considerando as freqüências entre 1 e 8 kHz.

COUBE e COSTA FILHO (1998) avaliaram as EOAPD em 100 indivíduos com limiares audiométricos melhores ou iguais a 20 dB NA, 50 de cada sexo e com faixa etária de 18 a 33 anos. Os produtos de distorção foram analisados através do DP-Gram, com $L1=L2=70$ dB NPS, e da função entrada/saída, com $L1=L2$ aumentando de 45 até 70 dB NPS; a relação $f2/f1$ foi igual a 1,22 para ambos os testes. Os resultados, com relação ao DP-Gram, mostraram que a ocorrência das EOAPD foi de 100% nas freqüências de 1, 1,5, 2, 3, 4, e 6 kHz; houve picos de amplitudes nas freqüências de 1,5 e 6 kHz e um declínio em 3 kHz. No teste da função entrada/saída a ocorrência variou de 100%, quando $L1=L2=70$ dB NPS, até 42 a 86%, quando $L1=L2=45$ dB NPS.

KON *et al.* (2000) avaliaram 211 sujeitos, com idade variando de 1 mês a 39 anos, sem história de doenças ou fatores de risco para perda auditiva. Os indivíduos foram divididos por idade em 7 grupos, com números variados de componentes, sendo realizados os registros das EOAPD e das EOAET. Para as EOAPD foi utilizado o DP-Gram, com L1=65 dBNPS e L2=60 dBNPS, $f2/f1=1,2$, considerando-se freqüências de 1 a 6 KHz. Os autores encontraram diferenças marcantes nas amplitudes das EOA, que se estabilizaram apenas nos registros de indivíduos maiores que 6 anos de idade, provavelmente devido a mudanças anatômicas neste período. Os autores referem ,ainda , que as amplitudes das EOAET foram maiores nas freqüências mais baixas, enquanto as amplitudes das EOAPD foram mais amplas nas altas freqüências.

CARVALHO *et al.* (2000) analisaram as EOAPD, nas freqüências de 1 a 5 kHz, e as EOAET, nas freqüências de 1 a 4 kHz, em 20 indivíduos com idade entre 20 e 25 anos e níveis audiométricos dentro de limites considerados normais. Quinze indivíduos entre 60 a 75 anos de idade, com média tonal da audição de até 35 dB NA, nas freqüências de 500, 1.000 e 2.000 kz; também foram avaliados. Ambos os grupos sem queixas auditivas. Para o registro das EOAPD usou-se L1=L2=70 dB NPS, $f2/f1=1,2$. Os autores referem que as mesmas orelhas, quando avaliadas por EOAET e por EOAPD, apresentaram respostas mais freqüentes e mais amplas para as EOAPD; o grupo de idosos, comparado aos jovens, apresentou respostas com amplitudes menores e com maior número de falhas, tanto nas EOAET quanto nas EOAPD.

1.8 EOAPD E PAIR

Considerando suas características fisiológicas e propriedades para aplicação clínica, o registro das EOAPD mostra importante utilidade no diagnóstico de lesões cocleares devidas à PAIR.

FUKUDA (1998) avaliou 450 sujeitos expostos ao ruído ocupacional, divididos em três grupos de acordo com os limiares auditivos à audiometria tonal, os quais variaram de 25 a 45 dB NA. Como referência foi estudado um grupo de 35 sujeitos com limiares audiométricos iguais a 25 dB NA, sem

fatores de risco para perda auditiva. Os indivíduos foram avaliados através do DP-Gram em frequências de 544 a 5.508 Hz, com $L1=L2=70$ dB NPS. A autora conclui que as EOAPD são acometidas em frequências altas nos indivíduos expostos e conforme o limiar audiométrico do indivíduo aumenta, a amplitude dos produtos de distorção diminui. O registro das EOAPD seria auxiliar no diagnóstico da PAIR e importante no seu acompanhamento.

NAMUR *et al.* (1999) estudaram 17 músicos, 12 do sexo masculino, com idade variando entre 29 e 45 anos, apenas um com 64 anos, expostos a níveis de pressão sonora de 81,4 a 94,7 dB NPS, por 8 a 10 horas diárias, durante 10 até 52 anos. Foi realizada uma correlação dos resultados obtidos através da audiometria tonal e vocal com os das EOAPD ($L1=L2=70$ dB NPS; $f2/f1=1,2$). Em suas conclusões, os autores citam que houve maiores alterações nos registros das EOAPD do que na audiometria e sugerem a conscientização destes profissionais sobre os riscos da exposição à música excessivamente intensa.

FIORINI (2000) comparou os registros das EOAET e das EOAPD de 80 sujeitos expostos ao ruído ocupacional, em níveis acima de 85 dB NPS por 8 horas diárias, com 80 sujeitos não expostos, pareados por sexo e idade (19 a 49 anos). Foram consideradas variáveis como exposição ao ruído não ocupacional, hábito de fumar, histórico ocupacional, níveis de exposição sonora. Os registros das EOAPD foram obtidos através do DP-Gram, com $f2/f1=1,22$ e sendo utilizadas diferentes intensidades de estímulos primários para verificar se esta variação alterava as amplitudes das emissões. Assim, num teste usou-se $L1=L2=70$ dB NPS e, depois, $L1=65$ dB NPS e $L2=55$ dB NPS. As frequências analisadas incluíram 2, 2,5, 3, 4, 5 e 6 kHz; o critério para estabelecer a falha no teste foi a obtenção de valor inferior a 3 dB na diferença entre a amplitude da resposta e o segundo desvio padrão de cada frequência. A autora refere que não ocorreu diferença nos resultados obtidos entre os testes com diferentes ou iguais $L1$ e $L2$. Concluiu que a alta prevalência de respostas ausentes, tanto nas EOAET, quanto nas EOAPD, indica que o registro das EOA apresenta algumas vantagens com relação à audiometria, na identificação precoce de alterações auditivas decorrentes da exposição a ruído.

MUNIZ (2000) examinou as amplitudes das EOAPD em 50 indivíduos, Grupo I, antes e após exposição a ruído com intensidade de até 114 dB NPS por 4 horas contínuas, produzido por música de "trio elétrico". Registrou as EOAPD em 30 indivíduos como parâmetro de normalidade, Grupo II. Para isso, através do DP-Gram, utilizou $L1=L2=70$ dB NPS, $f2/f1=1,22$ e considerou como critério de presença as emissões que apresentavam a relação sinal/ruído de, pelo menos, 5. Os sujeitos dos dois grupos tinham limiares audiométricos melhores ou iguais que 20 dB NA, timpanometrias tipo A e presença de reflexos contralaterais do músculo estapédio. As EOAPD estiveram presentes em 81% dos sujeitos para o grupo não exposto e em 78,88% no Grupo I. Após a exposição este valor caiu para 68% no Grupo I. A autora observou que houve diminuição estatisticamente significativa das amplitudes das EOAPD após exposição a ruído.

FERREIRA *et al.* (2001) compararam a sensibilidade da audiometria tonal e logaudiometria, Potenciais Evocados de Tronco Encefálico e EOAPD para detecção de alterações sugestivas de PAIR ocupacional. Foram avaliados 42 sujeitos, 41 do sexo masculino, com idade entre 27 e 70 anos. Mesmo em sujeitos com audiometria tonal considerada normal, os resultados das EOAPD mostraram alterações. No entanto, isto ocorreu em apenas uma orelha para as EOAPD, e em duas orelhas, para os Potenciais Evocados de Tronco Cerebral.

Afim de estabelecer parâmetros de comparação entre a audiometria tonal e as EOAPD, em indivíduos expostos a ruído ocupacional, GATTAZ e WAZEN (2001) estudaram 31 sujeitos do sexo masculino, com idade entre 31 e 63 anos e histórico de exposição a ruído maior que 10 anos. audiometria tonal, logaudiometria, imitanciometria e registro das EOAPD foram realizados em 59 orelhas. O espectro de frequências compreendeu 1 a 8 kHz e as EOAPD obtidas com $L1=L2=70$ dB NPS e $f2/f1=1,22$. Os autores encontraram correlações significativas entre a audiometria tonal e as EOAPD, concluindo que, "por suas propriedades e características únicas e graças à sua especificidade de frequência, EOAPD surge como um instrumento adicional no diagnóstico das perdas auditivas induzidas por ruído e na identificação de mínimas alterações funcionais do sistema auditivo periférico, antes mesmo da

perda tonal, podendo detectar precocemente prejuízos auditivos causados por exposições ocupacionais”(p.217).

OLIVEIRA *et al.* (2001) avaliaram 25 sujeitos do sexo masculino, com média de idade de 23 anos, expostos ao ruído ocupacional durante 1 a 4 anos. A exposição se fazia por 8 horas diárias a uma intensidade sonora de 91 dB NPS. Um grupo controle pareado por idade e sexo, mas sem exposição ao ruído, foi também avaliado. Os sujeitos dos dois grupos tinham limiares à audiometria tonal melhores ou iguais a 25 dB NA, timpanometria tipo A e reflexos acústicos presentes nas freqüências de 500 a 4.000 Hz. Foram analisadas as EOAET e EOAPD, utilizando-se, para o segundo teste, $L1=L2=70$ dB NPS, $f2/f1=1,22$, em freqüências de 1 a 8 kHz. As respostas foram consideradas presentes quando a relação sinal/ruído era igual ou maior que 3 dB. Os autores relatam que as EOAET foram menos sensíveis que as EOAPD para demarcar diferenças na “condição coclear” entre os indivíduos dos dois grupos. Eles concluem que esta condição coclear no grupo controle difere daquela do grupo exposto quanto à amplitude das EOAPD, nas freqüências de 3, 4 e 6 kHz, na orelha direita, e 3, 4, 6 e 8 kHz, na orelha esquerda. E, ainda, sugerem a utilidade do registro das EOA evocadas, especialmente das EOAPD, na identificação precoce das alterações cocleares que precederiam a instalação da PAIR.

1.9 PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE PERDAS AUDITIVAS

O Programa de Prevenção de Perdas Auditivas (PPPA) foi proposto pelo National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH 1996), como um termo que englobasse o Programa de Conservação Auditiva (PCA), considerando a importância do aspecto preventivo de tais programas. No presente estudo, os termos serão usados como sinônimos, visto que, ambos referem-se ao conjunto de ações que visam minimizar os riscos para o desencadeamento e/ou agravamento das perdas auditivas (FIORINI e NASCIMENTO 2001).

IBAÑEZ (1993) define o PCA como um conjunto de medidas coordenadas com objetivo de impedir a deterioração dos limiares auditivos de um grupo de trabalhadores. Refere-se não só à exposição ao ruído, mas às condições como agentes químicos, radiações ionizantes, barotrauma. O autor destaca a importância do reconhecimento das fontes de ruído, realização de “audiometrias confiáveis”, a educação individual dos trabalhadores expostos, bem como, seu treinamento e, ainda, atividades de planejamento e avaliação do programa.

O COMITÊ NACIONAL DE RUÍDO E CONSERVAÇÃO AUDITIVA (1999), considerando a necessidade de uma padronização do PCA como subsídio aos profissionais da área de saúde e segurança do trabalho, emitiu boletim com recomendações para a elaboração de um PCA. Refere a necessidade do envolvimento de profissionais de saúde e segurança, da gerência industrial, de Recursos Humanos e dos trabalhadores. Elabora etapas que incluem o reconhecimento e avaliação de riscos para audição, o gerenciamento audiométrico, medidas de proteção coletiva e individual, educação e motivação, gerenciamento de dados e a avaliação do programa.

As Portarias nº24 e nº25 do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL 1994) consideram a obrigatoriedade da elaboração e implementação de ações de vigilância epidemiológica para promoção e preservação da saúde dos trabalhadores, através do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) e do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), respectivamente. Os programas devem envolver o controle da ocorrência dos riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho e, ainda, (...)”o diagnóstico precoce dos agravos à saúde relacionados ao trabalho, inclusive de natureza subclínica”(....) (NR nº7, item 7.2.3).

A Ordem de Serviço nº 608 do Instituto Nacional do Seguro Social (BRASIL INSS 1998), afirma que é de responsabilidade das empresas e dos profissionais envolvidos implementar programas que visem a prevenção e a progressão da PAIR, conforme preceituam as normas do Ministério do Trabalho e Emprego. Afirma, ainda, que no caso de dúvidas quanto ao

diagnóstico da PAIR, o médico deverá solicitar exames complementares que julgue necessários para a elucidação do diagnóstico.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o registro das Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção como método de detecção de alterações fisiopatológicas iniciais da audição provocadas pela exposição ao ruído ocupacional.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Registrar as Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção em dois grupos de trabalhadores, expostos e não expostos ao ruído ocupacional , ambos com exames de audiometria tonal dentro de limites aceitáveis.

Avaliar os resultados dos registros das EOAPD em função da dose de exposição ao ruído, no grupo de trabalhadores expostos.

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO DE ESTUDO

O modelo do presente estudo é do tipo transversal, no qual foram avaliados dois grupos de indivíduos, expostos e não expostos ao ruído ocupacional, com limiares tonais dentro de limites aceitáveis, avaliados por meio dos registros das emissões otoacústicas por produtos de distorção.

3.2 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

A presente pesquisa foi analisada e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (ANEXO IV), bem como, pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário da Universidade de São Paulo (ANEXO V).

Todos os sujeitos participantes foram previamente esclarecidos a respeito dos objetivos do estudo e somente após a leitura, concordância e assinatura de Termo de Consentimento proposto (ANEXO II), passaram pelas avaliações necessárias à pesquisa.

3.3 CASUÍSTICA

3.3.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Participaram como sujeitos da pesquisa funcionários da Universidade de São Paulo, lotados no *campus* universitário da capital, que estão expostos ao ruído ocupacional. Trabalhadores como marceneiros, serralheiros, gráficos, são periodicamente submetidos a avaliação auditiva através do exame de audiometria tonal. Tal avaliação faz parte do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) e do Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional (PCMSO), estabelecidos pelo Serviço Especializado de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT) da instituição.

3.3.2 SELEÇÃO DOS SUJEITOS

Foram utilizados dados secundários das medições dos níveis de pressão sonora, as quais têm sido realizadas pelo SESMT em diferentes unidades do campus da capital da Universidade de São Paulo: Instituto de Física, Prefeitura da Cidade Universitária, Escola Politécnica, Coordenadoria de Comunicação Social, Conjunto Residencial da Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, Instituto de Engenharia Eletrônica, Escola de Comunicação e Artes. Tal análise permitiu agrupar os locais onde havia ruído ambiental acima dos limites de tolerância estabelecidos por lei (BRASIL MTE 1978) e, conseqüentemente, risco para a audição dos trabalhadores.

Procurou-se obter um valor que representasse uma média dos níveis de pressão sonora em cada local de trabalho. O ruído era verificado com cada máquina de um setor de trabalho funcionando isoladamente, em conjunto e, após, media-se apenas o ruído ambiental sem funcionamento de maquinário. Os resultados foram somados e divididos pelo número de medições diferentes, obtendo-se um valor médio para cada local analisado.

Assim, foi possível estabelecer quais eram os ambientes de trabalho onde o ruído ambiental determinava exposição durante jornada diária de trabalho de 8 horas, numa intensidade acima de 85 dB (A).

A partir do estudo destes níveis de pressão sonora, foram selecionadas aquelas funções de trabalho, em diferentes unidades do campus – USP, que agrupavam os indivíduos que poderiam compor o grupo de expostos ao ruído.

Foram analisados os exames realizados entre abril de 2001 e março de 2002 (período de 12 meses), num total de 263, afim de se encontrar os exames daqueles funcionários que trabalhavam em ambientes que apresentavam níveis de pressão sonora acima dos limites de tolerância definidos na legislação brasileira.

Selecionaram-se também, dentre os expostos, aqueles com resultados do exame de audiometria tonal dentro dos limites aceitáveis, de acordo com a

Portaria nº19 do Ministério do Trabalho e Emprego (1998), ou seja, até 25 dB NA em todas as frequências, de 250 a 8.000 Hz.

Confrontando-se, então, os resultados da audiometria tonal e a exposição ao ruído em ambiente de trabalho, chegou-se a um número de 50 trabalhadores. Destes, um total de 13 trabalhadores não puderam ser submetidos ao exame de otoemissões: 6 recusaram-se a participar da pesquisa e 7 não eram mais funcionários da Universidade de São Paulo. Formaram, então, o Grupo I, 37 trabalhadores.

Quanto ao sexo, inicialmente havia indivíduos do sexo feminino elegíveis para compor o Grupo I, sendo todos telefonistas. Não foi tecnicamente possível determinar os níveis de pressão sonora a que estes indivíduos estariam expostos. Nenhum trabalho científico conclusivo em relação ao tema foi encontrado. Assim, os grupos de expostos e não expostos ao ruído foram formados apenas com indivíduos do sexo masculino.

A formação de um grupo de referência (GRUPO II), para comparação dos testes de Emissões Otoacústicas com o Grupo I, contou com trabalhadores da mesma instituição que não fossem expostos ao ruído ocupacional. Em visita a outros setores das mesmas unidades do *Campus* - USP e também ao Museu de Arte Contemporânea da USP para a confirmação de ambientes de trabalho onde não havia exposição ao ruído, foi possível convocar funcionários a participar da pesquisa e a submeterem-se ao exame de audiometria para seleção daqueles com resultados dentro dos limites aceitáveis.

Conhecendo-se a composição do grupo de expostos foi possível estabelecer os limites de idade e divisão por faixas etárias, mantendo-se, durante a convocação do Grupo II, uma proporção semelhante de indivíduos em cada faixa etária.

Dentre todas as pessoas selecionadas e contatadas para inclusão neste grupo, 6 indivíduos recusaram-se a participar e 5 tiveram exames de audiometria alterados. A cada recusa, ou falha na audiometria, um outro indivíduo era sorteado para a substituição, sendo que a faixa etária era previamente selecionada para se continuar o processo de emparelhamento. Assim sendo, 37 indivíduos compuseram o Grupo II.

3.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO NA AMOSTRA

A inclusão no grupo I dependia da exposição ao ruído, durante jornada diária de trabalho de 8 horas, numa intensidade superior a 85 dB (A) (BRASIL MTE 1978).

Para inclusão em qualquer dos grupos o indivíduo devia apresentar exame de audiometria tonal dentro dos limites aceitáveis (BRASIL MTE 1998).

Informações acerca do nível (intensidade) de ruído existente em cada setor de trabalho considerado de risco para perda auditiva são avaliadas periodicamente, para se manter vigilância sobre a exposição dos trabalhadores. Através destes dados foi possível caracterizar os sujeitos do grupo I como expostos ao ruído ocupacional. Quando não se verificaram níveis de pressão sonora superiores a 85 dB (A) no ambiente de trabalho, o trabalhador não era considerado como exposto.

O Grupo II foi composto por indivíduos que atuam em funções onde, tradicionalmente, não existe exposição ao ruído no local de trabalho (bibliotecários, serviços de arquivo e protocolo, secretariado). Nestes ambientes não foram efetuadas medições dos níveis de pressão sonora e a avaliação do ambiente de trabalho foi subjetiva, realizada durante entrevista com o trabalhador e visitas a estes locais de trabalho.

3.5 LOCAIS DOS EXAMES

Os exames de audiometria tonal e de imitanciometria foram realizados no Hospital Universitário da Universidade de São Paulo, na rotina de exames periódicos solicitados pelo SESMT, em cabina acústica obedecendo padrão ISO 8253-1 (1989).

Os registros das Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção foram realizados na clínica de otorrinolaringologia "Otorhinus" situada na cidade de São Paulo, também em cabina acústica.

3.6 PROCEDIMENTOS

Os exames foram realizados com repouso acústico de, pelo menos, 14 horas, para os sujeitos expostos ao ruído ocupacional.

A audiometria tonal foi realizada utilizando-se audiômetro da marca Madsen, modelo OB-88, calibrado segundo padrão ISO 389/1964 (1991).

Os testes de imitanciometria (timpanometria e a medida dos reflexos do músculo estapédio) foram realizados utilizando-se imitanciômetro da marca Madsen, modelo ZS77-MB.

As EOAPD foram registradas através de um analisador de emissões otoacústicas da *Bio-logic Systems Corporation*, programa *Scout Sport (Distortion Product Otoacoustic Emissions Measurement System – version 1.54)*.

Todos os sujeitos selecionados, de ambos os grupos, foram submetidos a audiometria tonal liminar e imitanciometria (timpanometria e medida do reflexo do músculo estapédio) e registro das EOAPD.

a) Anamnese: foi utilizado questionário próprio (ANEXO I), baseado em outros estudos (BERNARDI 2000; FIORINI 2000). Este foi aplicado aos sujeitos selecionados, de ambos os grupos, para se avaliar a exposição ao ruído não ocupacional, a presença do hábito de fumar, dados acerca da exposição ao ruído ocupacional, a exposição aos solventes, a presença de sintomas auditivos e não auditivos relacionados à PAIR, ao uso de drogas ototóxicas, a presença de doenças relacionadas com prejuízo para a audição.

Para o hábito de fumar foi anotado o número de cigarros usados por ano (anos/maço), o tempo de uso e se o indivíduo ainda mantinha o hábito de fumar ou há quanto tempo havia abandonado tal hábito. Cada indivíduo foi classificado em: nunca fumante: fumou menos que 5 maços de cigarro durante toda a vida; ex-fumante: fumou 5 maços de cigarro ou mais e atualmente não fuma mais; fumante: fumou 5 cigarros ou mais durante toda a vida e fuma atualmente cigarros ou outros derivados do tabaco (GRIEP *et al.* 1998).

b) Otoscopia: inspeção do meato acústico externo para identificação de alterações que possam dificultar a transmissão sonora. Cerúmen e corpos estranhos foram retirados.

c) Audiometria tonal liminar: foi realizada por via aérea nas frequências de 250, 500, 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 e 8.000 Hz. A medida por via óssea feita como rotina na avaliação audiométrica, ficou a critério da profissional fonoaudióloga que realiza os exames na instituição, no caso de dúvidas quanto aos limiares tonais maiores que 20 dB NA.

d) Timpanometria: avaliou-se, através de variação de pressão (de – 200 daPa até +200 daPa) aplicada ao meato acústico externo, a mobilidade da membrana timpânica. Isto foi anotado graficamente em uma curva que apresenta um pico de complacência associado a tal mobilidade. A curva do tipo A indica orelha média livre de fatores que alterem a complacência da membrana timpânica (JERGER e col. 1972).

e) Reflexos acústicos do músculo estapédio: foi realizada estimulação acústica e captação da resposta na orelha contralateral, na posição de complacência máxima da membrana timpânica. Os reflexos foram testados nas frequências de 500, 1.000 e 2.000 Hz, sendo considerados adequados os resultados entre 70 a 100 dB NPS (FIORINI 2000).

f) EOAPD: os registros das EOAPD foram estudados considerando a ocorrência e a amplitude de respostas. Apresentando-se dois tons puros simultaneamente, com frequências diferentes (f_1 e f_2), obedecendo a relação $f_1/f_2 = 1,22$; as intensidades dos estímulos obedeceram a relação $L_1 = 65$ dB NPS e $L_2 = 55$ dB NPS. Assim, foi possível uma curva de respostas entre frequências de 500 a 8000 Hz, do tipo DP-Gram. (HAUSER E PROBST 1991; GORGA et al 1996 ; LONSBURY-MARTIN 1997). O programa rejeita as emissões que não alcancem reprodutibilidade de, pelo menos, 50% e foram consideradas respostas presentes quando a amplitude das EOAPD medida em dB NPS foi, pelo menos, 6 dB acima do ruído de fundo em cada frequência estudada (KIMBERLEY et al. 1997; BEATTIE e BLEECH 2000).

O aparelho usado para registrar as EOAPD faz, durante o exame, uma seqüência de estímulos sonoros repetidos por três vezes consecutivas. Assim, para uma só orelha testada, temos três valores de respostas obtidos em cada frequência estudada, 500, 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 e 8.000 Hertz. Desse modo, para se obter o resultado final em cada uma destas frequências e para cada orelha testada, foi calculada a média aritmética dos três valores

obtidos. O ANEXO III traz um exemplo do registro de um resultado do exame de Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção.

g) Aferição do ruído: As avaliações de intensidade sonora foram realizadas nos diferentes setores de trabalho, com uso de medidor de nível de pressão sonora colocado próximo à orelha do trabalhador, através de medidas instantâneas em decibel (dB), com aparelho operando em circuito de compensação A e com sensibilidade de resposta lenta. As medições foram realizadas pelo Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT), sendo feitas com todas as máquinas de cada local de trabalho operando conjuntamente, operando separadamente, bem como, com todo maquinário desligado.

h) Cálculo da Dose de Ruído : foi realizada para cada trabalhador do grupo exposto, de acordo com a Norma para Avaliação da Exposição Ocupacional a Ruído proposta pela FUNDACENTRO (1985), com objetivo de avaliar o número aproximado de horas a que o indivíduo ficava exposto, efetivamente, ao nível de pressão sonora aferido em seu ambiente de trabalho. A proporção de horas de exposição ao ruído durante a jornada de atividade, considerando o tempo de permanência no setor de trabalho, foi calculada com base no relato de cada trabalhador. O cálculo da dose de ruído foi utilizado, posteriormente, para estratificar o próprio grupo I quanto à exposição, e não como critério de inclusão.

O cálculo da dose se fez através da seguinte expressão:

$$\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots = \frac{C_i}{T_i}$$

onde, C_i é o tempo total diário, em minutos, no qual o trabalhador fica exposto ao nível de pressão sonora correspondente a i ésima situação acústica; T_i é o tempo máximo de exposição diária, em minutos, permissível ao nível correspondente a i ésima situação acústica. Para o somatório, os valores de T_i , no denominador, são retirados de uma tabela de referência que traz o número de minutos permitidos de exposição diária para cada nível de pressão sonora (FUNDACENTRO 1985).

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

A associação entre a variável independente, exposição a ruído ocupacional, e a variável dependente, registro das EOAPD, foi testada através da hipótese de homogeneidade, usando-se o teste qui-quadrado (χ^2) com correção de Yates, segundo a fórmula:

$$\chi^2 = \sum_i \sum_j \frac{([O_{ij} - E_{ij}] - 0,5)^2}{E_{ij}}$$

onde,

O_{ij} representa as freqüências obtidas,

E_{ij} representa as freqüências esperadas,

associada a $(r-1)(s-1)$ graus de liberdade, sendo r o número de linhas e s o número de colunas da tabela construída para o cálculo (VIEIRA 1983).

Na análise dos resultados dos registros das EOAPD, em cada freqüência testada, foi utilizado o *Odds Ratio* (OR) como estimativa do risco de apresentar resposta ausente neste exame frente à exposição ao ruído ocupacional, sendo:

$$\text{Odds Ratio} = \frac{a \times d}{b \times c};$$

e seu respectivo intervalo de confiança de 95%:

$$95\% \text{ IC} = \exp [\ln(\text{OR}) \pm 1,96 \sqrt{[1/a] + [1/b] + [1/c] + [1/d]}]$$

onde,

a, b, c e d são as freqüências de uma tabela 2×2 .

Para avaliar as possíveis associações entre os resultados dos registros das EOAPD e a dose de ruído calculada e outros dados coletados durante anamnese clínica e ocupacional, foram construídas tabelas para apresentação conjunta das variáveis. Nestes casos, quando o número total da amostra esteve menor que 40, foi utilizado o Teste Exato de Fisher (GOMES 1982, LEVIN 1987):

$$p = \frac{(A+B)! (C+D)! (A+C)! (B+D)!}{A! B! C! D! N!}$$

onde,

A, B, C e D são as frequências de uma tabela de contingência 2x2,

N é o tamanho da amostra.

4 RESULTADOS

4.1 NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA

Foram agrupados, após o cálculo das médias dos níveis de pressão sonora verificados em cada ambiente de trabalho, aqueles setores que eram comuns a cada unidade do campus universitário e que apresentaram resultados com ruído contínuo acima dos limites de tolerância — marcenarias, serralherias, gráficas. O ruído em ônibus coletivo também foi julgado contínuo e acima dos limites de tolerância, como mostra a Tabela 1.

A tabela 1 mostra a média dos níveis de pressão sonora para as gráficas, marcenarias, serralherias e em ônibus coletivos, em medições realizadas entre 1999 a 2002

Houve casos particulares com ruído acima de 85 dB(A) em locais específicos de algumas unidades, como na Escola Politécnica, mas não ocorrendo diariamente e com duração limitada a poucos minutos. Ao se considerar o nível de pressão sonora atingido e sua duração, verificou-se que estava abaixo dos limites de tolerância.

Tabela 1 – Níveis médios de pressão sonora e desvio padrão (dp) para as gráficas, marcenarias, serralherias e ônibus coletivos, em unidades do Campus da capital da Universidade de São Paulo, 1999 a 2002.

Unidades do Campus da Capital – USP	Níveis Médios de Pressão Sonora em dB(A)*e desvio padrão (dp)							
	Gráficas		Marcenarias		Serralherias		Ônibus	
	dB(A)	dp	dB(A)	dp	dB(A)	dp	dB(A)	dp
Prefeitura da Cidade Universitária	-		92,4	2,3	92,9	3,2	85,2	4,5
Instituto de Física	86	2,1	-		-		-	
Escola Politécnica	-		89	3,1	-		-	
Instituto Oceanográfico	-		91,4	2,9	-		-	
Coordenadoria de Comunicação Social	88	2,6	-		-		-	
Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas	87	2,9	93,4	2,4	-		-	
Conjunto Residencial USP	-		90	1,9	93,8	3,8	-	
Escola de Comunicação e Artes	86,5	1,9	90,6	1,9	89	3,1	-	

Dados baseados em avaliações do Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT) - USP, 1999 a 2002.

*dB (A) (decibéis NPS medidos sob o circuito de compensação A).

Após a análise destes ambientes quanto aos níveis de pressão sonora, obteve-se o número de indivíduos que trabalhavam em cada setor considerado de risco para desenvolvimento de PAIR: 25 gráficos, 23 marceneiros, 18 serralheiros, 20 motoristas de ônibus.

4.2 AUDIOMETRIA TONAL

Foram avaliados 263 exames de audiometria tonal e imitanciometria solicitados pelo SESMT no período citado, sendo estes, então, divididos em quatro grupos de acordo com seu resultado e correspondente exposição do trabalhador examinado ao ruído acima dos limites de tolerância.

Verificou-se a proporção de trabalhadores expostos ao ruído ocupacional com exame dentro de limites aceitáveis em relação aqueles com exame alterado. Os exames classificados como alterados eram aqueles que não se enquadravam como dentro dos limites aceitáveis segundo a legislação citada ou com qualquer outra alteração, mesmo que não sugestiva de PAIR (Tabela 2).

Tabela 2 – Distribuição dos indivíduos avaliados através da Audiometria tonal quanto a exposição ao ruído ocupacional e resultado do exame audiométrico, Campus da capital – USP, 2002.

Exposição ao ruído Ocupacional	Audiometria tonal dentro de limites aceitáveis*		Audiometria tonal alterada		Total	
	n	%	n	%	n	%
Exposição dentro dos limites de tolerância**	142	80,2	35	19,8	177	100,0
Exposição acima dos limites de tolerância	50	58,1	36	41,9	86	100,0
Total	192	73,0	71	27,0	263	100,0

*Audiometria tonal aceitável definida com base na Portaria nº19 do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL 1998).

**Limites de tolerância baseados na NR nº 15 (BRASIL 1978).

Foram selecionados, desse modo, os 50 trabalhadores com exposição ao ruído ocupacional e com audiometria tonal dentro de limites aceitáveis. Como referido anteriormente, 13 pessoas deste grupo não puderam ser incluídas no estudo, por se recusarem a participar ou por não trabalharem mais na USP. Sendo 3 gráficos, 4 motoristas, 2 serralheiros e 4 marceneiros (Tabela 2).

Passa-se, então, a descrição de algumas características destes 37 indivíduos finalmente selecionados para o Grupo I.

A Tabela 3 mostra a proporção de trabalhadores expostos ao ruído ocupacional, em cada função, e com audiometria tonal dentro de limites aceitáveis em relação ao total de funcionários avaliados por este exame que atuavam na mesma função.

Tabela 3 – Número de trabalhadores expostos ao ruído ocupacional com exame de audiometria tonal dentro de limites aceitáveis e prevalência destes em relação ao total de trabalhadores com a mesma função (Campus da USP na capital), 2002.

Setor de Trabalho	Número de Trabalhadores com Audiometria Tonal aceitável*	Prevalência em Relação ao Número Total com a Mesma Função
Gráficas n=25	11	48,0%
Marcenarias n=23	6	26,1%
Serralherias n=18	6	33,3%
Ônibus Coletivos n=20	14	70,0%

*Audiometria tonal dentro de limites aceitáveis definida de acordo com Portaria n 19 do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL 1998).

Juntamente com os exames de audiometria tonal foram realizados os exames de imitanciometria (timpanometria e reflexos do músculo estapêdio) como rotina da avaliação auditiva. Estes resultados também foram analisados (Tabela 4), embora não tivessem sido utilizados como critérios de inclusão nos grupos no intuito de posteriormente avaliar possíveis influências nos resultados das EOAPD

Tabela 4 – Alterações encontradas nos exames de imitanciometria nos grupos de expostos e não expostos ao ruído ocupacional, campus da capital, USP, 2002.

	Reflexos do músculo estapédio (contra-lateral)				Timpanometria (tipo de traçado)			
	Ausência unilateral		Ausência bilateral		Tipo As		Tipo Ad	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Expostos ao ruído ocupacional n=37	4	10,8	1	2,7	1	2,7	2	5,4
Não expostos ao ruído ocupacional n=37	2	5,4	3	8,1	2	5,4	-	-

4.3 DADOS DA ANAMNESE

Todos os indivíduos selecionados eram do sexo masculino.

A tabela 5 mostra a distribuição por faixa etária dos trabalhadores de ambos os grupos selecionados para o estudo.

Tabela 5 - Distribuição dos Grupos de expostos e não expostos ao ruído ocupacional quanto a faixa etária, campus da capital, USP, 2002.

Faixa etária	Grupos			
	Grupo exposto (n=37)		Grupo não exposto (n=37)	
	n	%	n	%
18 a 25 anos	8	21,7	6	16,2
26 a 35 anos	14	37,8	15	40,5
36 a 45 anos	12	32,4	14	37,8
46 a 53 anos	3	8,1	2	5,5

Quanto ao tempo de trabalho na mesma função, no mesmo local de trabalho, para os trabalhadores expostos ao ruído ocupacional, houve variação de 2 até 19 anos, com média aritmética igual a 10 anos.

A exposição ao ruído em ocupações anteriores foi referida por 8 trabalhadores do grupo exposto, com uma média aritmética de 6 anos. Nenhum trabalhador do grupo de referência relatou exposição ao ruído em ocupações anteriores.

A exposição ao ruído fora do ambiente de trabalho foi verificada durante a anamnese, para os dois grupos, de modo que o próprio trabalhador, auxiliado pelo entrevistador, julgava se determinado ruído era excessivo. Foram consideradas aquelas exposições de pelo menos uma hora durante a semana (Tabela 6).

Tabela 6 – Distribuição da exposição ao ruído em atividades fora do ambiente de trabalho nos grupos de expostos e não expostos a ruído ocupacional, campus da capital – USP, 2002.

Grupos de estudo	Exposição ao ruído não ocupacional									
	Grupo musical		Fone de ouvido		Cultos religiosos		Motocicleta		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Expostos ao ruído ocupacional (n=37)	1	3,0	2	5,4	2	5,4	3	8,1	8	21,6
Não expostos ao ruído ocupacional (n=37)	2	5,4	2	5,4	-	-	2	5,4	6	16,2

Registrou-se, além dos dados usados na Tabela 6, que 34 indivíduos do grupo não exposto (91,9%) e 30 do grupo exposto ao ruído ocupacional (81,1%) relataram exposição ao ruído produzido pelo trânsito a caminho do trabalho, quer seja com veículo próprio ou coletivo.

A hipertensão arterial sistêmica foi relatada por 2 indivíduos do grupo de expostos ao ruído ocupacional e por 3 indivíduos do grupo de não expostos.

Os sintomas pesquisados na anamnese foram considerados para os dois grupos, visto que estes poderiam não ser necessariamente causados por exposição ao ruído (Tabela 7). Apenas dois indivíduos, do grupo exposto, relataram sintomas concomitantes; no caso, ao de intolerância a sons intensos: um referiu zumbidos e o outro, cefaléia.

Tabela 7 – Prevalência de sintomas referidos entre os grupos de expostos e não expostos ao ruído ocupacional, campus da capital, USP, 2002.

Sintomas Pesquisados	Grupos			
	Expostos ao ruído ocupacional (n=37)		Não expostos ao ruído ocupacional (n=37)	
	n	%	n	%
Intolerância aos sons intensos*	7	18,9	-	-
Cefaléia	1	2,7	-	-
Zumbidos	5	13,5	4	10,8
Tonturas	-	-	-	-
Nervosismo ou irritabilidade	-	-	2	05,4
Insônia	-	-	-	-

*sensação de desconforto ao se escutar sons percebidos como de alta intensidade..

Posteriormente, estes sintomas foram analisados apenas entre os indivíduos do grupo exposto, relacionando-os aos resultados dos registros das EOAPD.

A tabela 8 revela a distribuição do hábito de fumar, considerando o consumo em número de maços de cigarro consumidos anualmente, nos dois grupos estudados. Posteriormente o hábito de fumar foi analisado no grupo de expostos ao ruído ocupacional com relação aos resultados do exame de EOAPD.

Tabela 8 – Hábito de fumar entre os grupos de expostos e não expostos ao ruído ocupacional, campus da capital, USP, 2002.

Número de cigarros	Hábito de Fumar			
	Grupo exposto ao ruído ocupacional (n=37)		Grupo não exposto ao ruído ocupacional (n=37)	
	n	%	n	%
1 a 10 anos/maço	6	16,2	7	18,9
Mais de 10 anos/maço	5	13,5	6	16,2
Total	11	29,7	13	35,1

*Considerando os indivíduos classificados como fumantes: fumou 5 cigarros ou mais durante toda a vida e fuma atualmente cigarros ou outros derivados do tabaco (GRIEP *et al.* 1998).

No grupo exposto ao ruído ocupacional um total de 6 indivíduos (16,2%) referiu exposição aos solventes de tinta irregularmente durante a jornada de trabalho, sem uso de máscara de proteção.

Em relação ao uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI) para ruído, no grupo de expostos ao ruído ocupacional, houve relato de uso contínuo por 19 (51,4%) indivíduos, enquanto 6 (16,2%) usavam ocasionalmente e 12 (32,4%) não utilizavam, apesar do ambiente ruidoso.

Não houve relato de antecedentes familiares de deficiência auditiva em ambos os grupos.

4.4 REGISTROS DAS EMISSÕES OTOACÚSTICAS POR PRODUTOS DE DISTORÇÃO

As Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção foram consideradas presentes quando a diferença entre seu valor e o do ruído de fundo era igual ou maior que 6 (KIMBERLEY *et al.* 1997; BEATICE e BLEECH 2000).

A Tabela 9 mostra os resultados dos registros das EOAPD nos dois grupos estudados, considerando qualquer ausência de resposta, mesmo unilateral. Nesta tabela, foram consideradas as frequências de 3.000 e 4.000 e 6.000 Hz, por representarem o intervalo onde as alterações iniciais da PAIR ocorrem mais comumente (AXELSSON 1979; COMITÊ NACIONAL DE RUÍDO E CONSERVAÇÃO AUDITIVA 1999; ALMEIDA *et al.* 2000). E, ainda, pelo fato de as EOAPD apresentarem respostas irregulares nas frequências mais baixas (ROBINETTE e GLATKE 1997);segundo PRIEVE (1992) há melhor registro acima de 3.000 Hz.

Tabela 9 - Odds Ratio (OR) da ausência de respostas nas Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção (EOAPD), em 3, 4 e 6 kHz, nos grupos de expostos e não expostos ao ruído ocupacional; Campus da capital – USP, 2002.

Grupos	3, 4 e 6 KHz		OR	IC – 95%**
	EOAPD Ausente	EOAPD Presente		
Expostos ao ruído* ocupacional n=37	19	18	1	
Não expostos ao ruído ocupacional n=37	3	34	12,0	3,1 – 45,9

*Exposição baseada nos Limites de tolerância da NR nº 15 (BRASIL 1978).

**Intervalo de confiança de 95%.

$\chi^2_{1df} = 14,55$ $p < 0,01$

O risco estimado de se obter resposta ausente no registro das EOAPD, nas frequências de 3, 4 e 6 kHz, para os indivíduos expostos ao ruído ocupacional, foi quase doze vezes superior em relação aos trabalhadores não expostos (OR = 12,0). Ao nível de significância de 5%, a associação entre exposição a ruído ocupacional e o resultado do registro das EOAPD foi estatisticamente significativa ($p < 0,01$).

Os resultados foram também considerados para cada orelha testada, visto que, num mesmo indivíduo, as respostas das EOAPD se mostraram variáveis, com resultado positivo para uma orelha e negativo para a outra. As tabelas seguintes mostram os resultados dos registros das EOAPD para as frequências de 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 e 8.000 Hz, separadamente.

Tabela 10 - Odds Ratio (OR) da ausência de respostas nas Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção (EOAPD), em 2.000 Hz, para o total de orelhas testadas, nos grupos de expostos e não expostos ao ruído ocupacional; Campus da capital – USP, 2002.

Exposição ao ruído ocupacional	2.000 Hz		OR	IC – 95%**
	EOAPD Ausente	EOAPD Presente		
Orelhas* Expostas N=74	2	72	1	
Orelhas não expostas N=74	9	65	0,2	0,1 – 1,0

*Exposição baseada nos Limites de tolerância da NR nº 15 (BRASIL 1978).

**Intervalo de confiança de 95%.

A Tabela 10 mostra que o número de orelhas com ausência de respostas nas EOAPD em 2.000 Hz foi maior entre as não expostas ao ruído ocupacional. O valor do Odds Ratio foi de 0,2, sugerindo que a exposição ao ruído promove proteção estatisticamente significativa para a frequência de 2.000 Hz.

Tabela 11 - Odds Ratio (OR) da ausência de respostas nas Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção (EOAPD), em 3.000 Hz, para o total de orelhas testadas, nos grupos de expostos e não expostos ao ruído ocupacional; Campus da capital – USP, 2002.

Exposição ao ruído ocupacional	3.000 Hz		OR	IC – 95%**
	EOAPD Ausente	EOAPD Presente		
Orelhas* Expostas N=74	4	70	1	
Orelhas não expostas N=74	1	73	4,2	0,4 – 38,2

*Exposição baseada nos Limites de tolerância da NR nº 15 (BRASIL 1978).

**Intervalo de confiança de 95%.

A Tabela 11 mostra os resultados nos registros das EOAPD em 3.000 Hz também por orelha testada, com Odds Ratio igual a 4,2, sem significância estatística.

Tabela 12 - Odds Ratio (OR) da ausência de respostas nas Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção (EOAPD), em 4.000 Hz, para o total de orelhas testadas, nos grupos de expostos e não expostos a ruído ocupacional; Campus da capital – USP, 2002.

Exposição ao ruído ocupacional*	4.000 Hz		OR	IC – 95%**
	EOAPD Ausente	EOAPD Presente		
Orelhas* Expostas N=74	1	73	1	
Orelhas não expostas N=74	1	73	1	0,1 – 16,3

*Exposição baseada nos Limites de tolerância da NR nº 15 (BRASIL 1978).

**Intervalo de confiança de 95%.

A Tabela 12 mostra que o número de orelhas com ausência de respostas foi igual entre os dois grupos, assim, o Odds Ratio da ausência de respostas nas EOAPD em 4.000 Hz, por orelha testada, foi igual a 1.

Tabela 13 - Odds Ratio (OR) da ausência de respostas nas Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção (EOAPD), em 6.000 Hz, para o total de orelhas testadas, nos grupos de expostos e não expostos ao ruído ocupacional; Campus da capital – USP, 2002.

Exposição ao ruído ocupacional	6.000 Hz		OR	IC – 95%**
	EOAPD Ausente	EOAPD Presente		
Orelhas* Expostas N=74	22	52	1	
Orelhas não expostas N=74	1	73	30,9	4,0 – 236,4

*Exposição baseada nos Limites de tolerância da NR nº 15 (BRASIL 1978).

**intervalo de confiança de 95%.

Na Tabela 13 tem-se o Odds Ratio (OR) da ausência de respostas nas EOAPD em 6.000 Hz para o total de orelhas testadas. Vinte e duas orelhas, dentre as expostas, tiveram respostas ausentes e apenas uma orelha não exposta teve o mesmo resultado. O OR foi igual a 30,9, estatisticamente significativa..

Tabela 14 - Odds Ratio (OR) da ausência de respostas nas Emissões Otagústicas por Produtos de Distorção (EOAPD), em 8.000 Hz, para o total de orelhas testadas, nos grupos de expostos e não expostos ao ruído ocupacional; Campus da capital – USP, 2002.

Exposição ao ruído ocupacional*	8.000 Hz		OR	IC – 95%**
	EOAPD Ausente	EOAPD Presente		
Orelhas Expostas* N=74	35	39	1	
Orelhas não expostas N=74	16	58	3,2	1,6 – 6,7

*Exposição baseada nos Limites de tolerância da NR nº 15 (BRASIL 1978).

**Intervalo de confiança de 95%.

Na Tabela 14 consideraram-se os resultados nas EOAPD, por orelha testada, na frequência de 8.000 Hz. Entre as orelhas expostas ao ruído ocupacional 35 tiveram respostas ausentes, enquanto este número foi de 16 para as não expostas. O Odds Ratio da ausência de respostas neste caso foi igual a 3,2, sendo estatisticamente significante.

4.5 DOSE DE RUÍDO

A dose de ruído foi considerada, num segundo momento, como parâmetro de exposição, sendo determinada através dos resultados das medições instantâneas previamente realizadas pelo SESMT.

Desse modo, fez-se a relação entre o tempo que o trabalhador ficava, efetivamente, exposto ao ruído e o tempo aceitável de exposição --- dado numa tabela de referência --- a cada nível de pressão sonora. Finalmente, comparando-se o resultado com o limite de tolerância estabelecido por lei. Se o somatório destes períodos de exposição fosse menor ou igual a 1 significava

que os limites de tolerância foram respeitados; sendo maior que 1 significava que os limites foram ultrapassados (FUNDACENTRO 1985).

A determinação da exposição de cada trabalhador durante sua jornada de trabalho foi baseada na anamnese ocupacional (ANEXO I). Os trabalhadores do grupo exposto ao ruído ocupacional relatavam o tempo de exposição efetivo no ambiente ruidoso, considerando a rotina de suas atividades e pausas na utilização de maquinário. Assim, foi possível verificar que para os trabalhadores com mesma função, mesmo atuando em unidades diferentes do *campus* – USP, havia exposição semelhante, ocorrendo pequenas diferenças devido a variações nos níveis de pressão sonora inicialmente verificados em cada ambiente de trabalho.

O grupo de expostos ao ruído ocupacional foi, então, estratificado quanto ao resultado do cálculo da dose e distribuído em relação aos resultados das EOAPD (Tabela 15).

Tabela 15 – Número e percentual dos resultados nos registros das Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção (EOAPD) em relação a dose de ruído calculada, para os trabalhadores expostos ao ruído ocupacional, campus da capital – USP, 2002.

Dose de Ruído*	EOAPD				Total	
	Presente		Ausente		n	%
	n	%	n	%		
De 1 a 1,5	15	62,5	9	37,5	24	100,0
Maior que 1,5	3	23,0	10	77,0	13	100,0
Total	18	48,6	19	51,4	37	100,0

*Dose de Ruído = $\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots = \frac{C_i}{T_i}$, onde:

C_i é o tempo total diário, em minutos, no qual o trabalhador fica exposto ao nível de pressão sonora correspondente a i ésima situação acústica; T_i é o tempo máximo de exposição diária, em minutos, permissível ao nível correspondente a i ésima situação acústica (FUNDACENTRO 1985).

Teste Exato de Fisher, $p = 0,038$.

A prevalência da ausência de resposta no registro das EOAPD foi maior para aqueles trabalhadores com dose de ruído superior a 1,5 (77%) que para aqueles com dose entre 1 e 1,5 (37,5%). A associação entre o resultado do registro das EOAPD e a dose de ruído calculada foi estatisticamente significativa ($p = 0,038$).

4.6 DISTRIBUIÇÃO DOS RESULTADOS DAS EMISSÕES OTOACÚSTICAS POR PRODUTOS DE DISTORÇÃO SEGUNDO SINTOMAS, EXPOSIÇÃO AO RUÍDO NÃO OCUPACIONAL, EXPOSIÇÃO AOS SOLVENTES, USO DE PROTETOR AURICULAR.

A distribuição dos resultados nos registros das EOAPD segundo a presença dos sintomas pesquisados durante a anamnese, para os expostos ao ruído ocupacional, é mostrada na Tabela 16.

Houve maior prevalência de ausência de respostas nas EOAPD entre os trabalhadores que referiram pelo menos um sintoma (72,7%) em relação aqueles que não tinham sintomas (42,3%). Entretanto, esta associação não foi estatisticamente significativa ($p = 0,15$).

Tabela 16 – Número e percentual dos resultados nos registros das Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção (EOAPD) em relação aos sintomas relatados pelos trabalhadores expostos ao ruído ocupacional, campus da capital – USP, 2002.

Sintomas*	EOAPD				Total	
	Presente		Ausente		n	%
	n	%	n	%		
Sim	3	27,3	8	72,7	11	100,0
Não	15	57,7	11	42,3	26	100,0
Total	18	48,6	19	51,4	37	100,0

*zumbidos, irritabilidade ou nervosismo, tonturas, insônia, intolerância a sons intensos, cefaléia.

Teste Exato de Fisher, $p = 0,15$.

O sintoma de intolerância a sons intensos (sensação de desconforto ao se escutar sons percebidos como de alta intensidade) foi citado por 85,7% dos trabalhadores expostos ao ruído ocupacional que tiveram ausência de respostas nas EOAPD, enquanto 43,3% dos indivíduos do mesmo grupo com ausência de respostas não referiram tal sintoma (Tabela 17). A associação entre estas variáveis não foi estatisticamente significativa ($p = 0,089$).

Tabela 17 – Número e percentual dos resultados nos registros das Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção (EOAPD) em relação ao sintoma de intolerância a sons intensos, para os trabalhadores expostos ao ruído ocupacional, campus da capital – USP, 2002.

Intolerância aos sons intensos*	EOAPD				Total	
	Presente		Ausente		n	%
	n	%	n	%		
Sim	1	14,3	6	85,7	7	100,0
Não	17	56,7	13	43,3	30	100,0
Total	18	48,6	19	51,4	37	100,0

*sensação de desconforto ao se escutar sons percebidos como de alta intensidade, sugerindo presença de recrutamento auditivo.

Teste Exato de Fisher, $p = 0,089$.

O uso de protetor auricular durante a jornada de trabalho, entre os expostos ao ruído ocupacional, foi referido por 36,8% dos trabalhadores que tiveram ausência de respostas nas EOAPD. A prevalência de respostas ausentes foi maior entre os trabalhadores que não usavam o protetor (66,7%). A associação não foi estatisticamente significativa ($p = 0,1$) (tabela 18).

Tabela 18 – Número e percentual dos resultados nos registros das Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção (EOAPD) em relação ao uso de protetor auricular, para os trabalhadores expostos ao ruído ocupacional, campus da capital – USP, 2002.

Uso de protetor auricular	EOAPD				Total	
	Presente		Ausente		n	%
	n	%	n	%		
Sim	12	63,2	7	36,8	19	100,0
Não	6	33,3	12	66,7	18	100,0
Total	18	48,6	19	51,4	37	100,0

Teste Exato de Fisher, $p = 0,10$.

A Tabela 19 mostra a distribuição dos resultados nas EOAPD, entre os trabalhadores expostos ao ruído ocupacional, em relação à exposição aos solventes no local de trabalho. A prevalência de ausência de respostas foi semelhante para os expostos (50,0%) e não expostos (52,0%) aos solventes, não havendo associação estatisticamente significativa ($p = 1,0$).

Tabela 19 – Número e percentual dos resultados nos registros das Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção (EOAPD) em relação a exposição aos solventes, para os trabalhadores expostos ao ruído ocupacional, campus da capital – USP, 2002.

Exposição aos solventes	EOAPD				Total	
	Presente		Ausente		n	%
	n	%	n	%		
Sim	6	50,0	6	50,0	12	100,0
Não	12	48,0	13	52,0	25	100,0
Total	18	48,6	19	51,4	37	100,0

Teste Exato de Fisher, $p = 1,00$.

Em relação à exposição ao ruído não ocupacional houve maior prevalência de ausência de respostas nos registros das EOAPD para os trabalhadores que referiram tal exposição (75,0%) em comparação com aqueles que não referiram (44,8%). A associação não se mostrou estatisticamente significativa ($p = 0,23$) (tabela 20).

Tabela 20 – Número e percentual dos resultados nos registros das Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção (EOAPD) em relação a exposição ao ruído não ocupacional, para os trabalhadores expostos ao ruído ocupacional, campus da capital – USP, 2002.

Exposição ao ruído não ocupacional	EOAPD				Total	
	Presente n	%	Ausente n	%	n	%
Sim	2	25,0	6	75,0	08	100,0
Não	16	55,2	13	44,8	29	100,0
Total	18	48,6	19	51,4	37	100,0

Teste Exato de Fisher, $p = 0,23$.

Quanto ao hábito de fumar entre os indivíduos expostos a prevalência de fumantes foi de 29,7%, e de 35,1% entre os não expostos.

A Tabela 21 mostra a distribuição do hábito de fumar entre os expostos, estratificando os indivíduos em fumantes, ex-fumantes e nunca fumantes (GRIEP *et al.* 1998). O Odds Ratio foi calculado tendo como referência o grupo de nunca fumantes, sendo igual a 0,9 para os ex-fumantes e igual a 0,6 para os fumantes, sem significância estatística em ambos os casos.

Tabela 21 - Odds Ratio (OR) da ausência de respostas nas Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção (EOAPD) em relação ao hábito de fumar, para os trabalhadores expostos ao ruído ocupacional; Campus da capital – USP, 2002.

Hábito de Fumar*	EOAPD		OR	IC – 95%**
	Presente	Ausente		
Nunca Fumante N=15	8	7	1	–
Ex-Fumante N=11	6	5	0,9	0,2 – 4,5
Fumante N=11	7	4	0,6	0,1 – 3,2

***Hábito de Fumar:** Nunca Fumante: fumou menos que 5 maços de cigarro durante toda a vida; Ex-Fumante: fumou 5 maços de cigarro ou mais e atualmente não fuma mais; Fumante: fumou 5 cigarros ou mais durante toda a vida e fuma atualmente cigarros ou outros derivados do tabaco (GRIEP *et al.* 1998).

**Intervalo de confiança de 95%.

A distribuição dos resultados nos registros das EOAPD em relação a qualquer alteração no exame de Imtanciometria (timpanometria e reflexos do músculo estapédio) mostrou prevalências iguais. Assim, dos oito indivíduos expostos ao ruído ocupacional quatro apresentaram presença das EOAPD e quatro, ausência.

5 DISCUSSÃO

5.1 SELEÇÃO DOS SUJEITOS

Durante o desenvolvimento deste estudo ocorreram limitações no processo de seleção dos trabalhadores fazendo com que o número final de sujeitos em cada grupo de estudo fosse reduzido.

Para se formar o grupo de expostos ao ruído ocupacional, inicialmente optou-se por analisar os exames audiométricos periódicos solicitados pelo SESMT, por representarem, teoricamente, a população de trabalhadores expostos. No entanto, constatou-se que o número de exames realizados anualmente era maior do que aquele de trabalhadores que realmente atuavam sob níveis de pressão sonora acima dos limites de tolerância. Tal fato se explica porque o SESMT solicitava exames periódicos aos trabalhadores que se encontravam abaixo dos limites de tolerância, mas acima do "Nível de Ação" de 80 dB(A) (BRASIL MTE 1994). Além disso, por estar constituído dentro de uma instituição de ensino, o SESMT conduzia outras pesquisas científicas e incluía grupos de trabalhadores para avaliação através da audiometria tonal que não representavam, tradicionalmente, grupos de risco para PAIR; como foi o caso de docentes incluídos em exames periódicos de audiometria.

Houve a necessidade, então, de se analisar todos os exames realizados no período de um ano verificando a função de cada trabalhador e comparando com os níveis de pressão sonora medidos em cada ambiente de trabalho. Desse modo, o total de 264 trabalhadores com exame de audiometria tonal foi subdividido em expostos e não expostos ao ruído ocupacional, a partir de então com maior confiabilidade na determinação dos indivíduos a incluir no Grupo I.

Numa última fase da seleção, 50 trabalhadores foram considerados elegíveis para a realização dos registros das EOAPD, havendo então a recusa de 7 indivíduos (18,9%) em participar e a impossibilidade de se incluir 6 outros

trabalhadores (16,2%) que não atuavam mais na instituição. Mesmo durante a seleção do grupo de referência (Grupo II) houve a recusa de 6 indivíduos para a participação na pesquisa, de um total de 48 trabalhadores não expostos que foram procurados para este fim.

A recusa de indivíduos de ambos os grupos em participar da pesquisa foi atribuída às dificuldades em se ausentar de seus locais de serviço para realização dos exames, como foi referido pela maioria deles. O risco de haver, dentre estes trabalhadores expostos ao ruído, uma proporção maior de indivíduos com problemas auditivos foi considerado pequeno, visto que todos tinham exames de audiometria tonal sem alterações que justificassem maior preocupação por parte do trabalhador em submeter-se a outros exames. Assim, acreditou-se não ter ocorrido viés de seleção importante que impedisse a condução do estudo.

5.2 MEDIDAS DA PRESSÃO SONORA

Outro fator a se observar como limitação foi o fato de a determinação dos níveis de pressão sonora nos diferentes ambientes de trabalho terem sido baseadas em dados secundários, através das medições realizadas pelo SESMT como parte do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA). Tais análises constituíram-se no critério de inclusão inicial para o Grupo I, de maneira que se procurou garantir que os integrantes tivessem exposição ocupacional acima dos limites de tolerância de 85 dB(A).

Durante uma jornada diária de trabalho os níveis de pressão sonora são variáveis, pois máquinas diferentes podem ser usadas isoladamente ou em conjunto; há, ainda, momentos onde não existe funcionamento de maquinário. Foi necessário, então, verificar as oscilações destes níveis, pois uma só máquina pode produzir um ruído acima do limite de tolerância, mas se esta permanecer em utilização por poucos minutos a cada dia, poderá não provocar lesão auditiva. Houve casos, como do Instituto de Engenharia e Eletrônica, onde existiam testes em alguns tipos de motores que alcançavam 102 dB(A)

nos níveis de pressão sonora. No entanto, os testes tinham menos de 20 minutos de duração e eram feitos três vezes ao mês, não diariamente, o que não caracterizou exposição ao ruído ocupacional acima dos limites de tolerância pelos critérios adotados.

Baseando-se nestes princípios foi calculada uma média dos níveis de pressão sonora para cada local de trabalho estudado, evitando-se considerar apenas os valores superiores ou inferiores medidos instantaneamente. Assim, tal método permitiu uma análise mais adequada dos locais de trabalho avaliados pelo SESMT e a classificação destes ambientes como apresentando ruído acima ou não dos limites de tolerância já referidos durante toda a jornada de trabalho. Na Tabela 1 foram mostrados os locais de trabalho selecionados e as respectivas médias dos níveis de pressão sonora, onde se percebe que os ambientes de trabalho selecionados com média de ruído acima de 85 dB(A) eram comuns entre diferentes unidades do *Campus* Universitário (marcenarias, gráficas e serralherias); exceção feita aos ônibus coletivos.

Mesmo sabendo-se que a vigilância periódica da exposição deve ser realizado para ambientes com níveis a partir de 80 dB(A), como recomenda a legislação sobre o Nível de Ação, foram incluídos apenas os locais com média nos níveis de pressão sonora acima de 85 dB(A). Desse modo, foi possível garantir uma exposição ao ruído com potencial efetivamente lesivo ao aparelho auditivo, estando-se em consonância com a legislação brasileira no que se refere aos limites de tolerância para exposição ao ruído no ambiente de trabalho.

5.3 CÁLCULO DA DOSE DE RUÍDO

Um fator considerado positivo na pesquisa foi a participação do pesquisador na elaboração e na aplicação do instrumento de coleta de dados. Tal característica foi importante durante a avaliação da exposição para o cálculo da dose de ruído, tendo sido possível estabelecer, juntamente com o trabalhador entrevistado, as características de intermitência da exposição.

Os critérios técnicos para o cálculo da dose de ruído utilizados neste estudo (FUNDACENTRO 1985) são concordantes com aqueles do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL MTE 1978). No entanto, há discussões quanto a validade do método que emprega o cálculo da dose de ruído. ARAUJO e REGAZZI (2001), discutindo critérios para a avaliação do ruído ocupacional, consideram que o uso de dosímetro é indispensável para as condições de trabalho que apresentem dinâmica operacional complexa, ou seja, que exponham o trabalhador a diferentes intensidades de ruído. KERR *et al.* (2002) defendem que, no contexto de um programa de treinamento que tente ajudar o trabalhador a identificar os riscos de cada ambiente, a discussão com os indivíduos acerca destas variações de exposição é de suma importância, na medida em que auxilia os indivíduos a identificar as funções de risco. Os autores afirmam que, justamente para os tipos de trabalho em que há grande variabilidade na exposição, as medidas instantâneas de pressão sonora juntamente com a avaliação desta variabilidade podem ser adequadas para a determinação da exposição diária ao ruído.

Ao se utilizar o método de cálculo da dose do ruído para a presente pesquisa arcou-se com o ônus de uma medida mais imprecisa da exposição, em comparação ao uso do dosímetro. No entanto, sendo que os níveis de pressão sonora dos ambientes onde cada trabalhador atuava eram conhecidos e que se obteve dados da entrevista individual para se avaliar as características próprias de cada função exercida e analisar a intermitência da exposição, julga-se que tal método foi adequado aos objetivos do trabalho.

5.4 AVALIAÇÃO DA AUDIOMETRIA TONAL.

Os critérios adotados para a determinação dos casos de PAIR, através da análise da audiometria tonal e a consideração de alterações de outras etiologias, podem influenciar diretamente nos resultados de diferentes estudos, havendo pesquisas que mostram prevalências variando entre 21,0% (ARAÚJO 2002) a 53,1% (PEREIRA 1978) de casos de PAIR em indivíduos expostos ao

ruído ocupacional. Outros fatores a serem observados, que podem contribuir para a grande variação nesta prevalência, são relacionados às diferentes características de cada população estudada.

No presente estudo, os indivíduos classificados como apresentando audiometria tonal alterada englobaram tanto casos sugestivos de PAIR quanto de outras alterações. Isto porque, durante a classificação dos exames, o critério de seleção usado concentrou-se em determinar aqueles com resultado dentro de limites aceitáveis — ausência de alterações —, para posteriormente avaliar possíveis alterações nos registros das EOAPD, seguindo os objetivos traçados para esta pesquisa.

MARQUES (1998) utilizou critérios concordantes com os da legislação brasileira para classificar os casos de PAIR e obteve prevalência de 55,4%. BARBOSA (2001) usou os mesmos critérios de MARQUES (1998) para a avaliação dos exames de audiometria e, ainda, incluiu os que tinham entalhe audiométrico como um indício de manifestação inicial de PAIR, obtendo a prevalência total de 42,1% de alterações nos exames.

A prevalência encontrada de 41,9%, para qualquer alteração na audiometria tonal entre os expostos ao ruído ocupacional, foi semelhante a de 40,4% ocorrida no estudo de CORRÊA FILHO et al (2002), encontrando-se dentro da faixa dos resultados de outros estudos brasileiros (CARNICELLI 1988, MARQUES 1998).

Foram identificados 50 indivíduos com resultados da audiometria dentro dos limites aceitáveis, entre os trabalhadores expostos ao ruído ocupacional, ou seja, uma prevalência de 58,1%. FIORINI (2000) obteve 45,3% de indivíduos expostos ao ruído ocupacional com exames de audiometria considerados normais. No entanto, a autora utilizou critério mais rigoroso para a classificação dos exames como não alterados.

5.5 AVALIAÇÃO DA IMITANCIOMETRIA.

O exame foi analisado para os grupos de expostos e não expostos observando-se as alterações na timpanometria e nos reflexos do músculo estapédio. Um total de 8 indivíduos do Grupo I (21,6%) apresentou alguma alteração, enquanto 7 do Grupo II (18,9%) tiveram alterações presentes (Tabela 4).

A importância destes exames se deve ao fato de avaliarem certas alterações em nível da orelha média que podem influenciar os resultados dos registros das EOAPD (MARGOLIS e TRINE 1997, TOPOLSKA *et al.* 2000).

A distribuição das alterações encontradas foi semelhante para os dois grupos. Desse modo, o efeito esperado nos resultados das EOAPD seria igualmente distribuído entre os grupos.

Mesmo a distribuição das alterações entre os indivíduos expostos, divididos de acordo com os resultados nas EOAPD, foi igual, com 4 resultados alterados de cada lado. Desse modo, não se realizou o teste estatístico de associação entre estas duas variáveis.

5.6 REGISTROS DAS EMISSÕES OTOACÚSTICAS POR PRODUTOS DE DISTORÇÃO.

As respostas das EOAPD foram inicialmente consideradas para cada indivíduo dos grupos I e II nas frequências de 3.000, 4.000 e 6.000 Hz (tabela 8), por ser nesta faixa de frequência que ocorrem as alterações precoces relacionadas a PAIR.

O teste de homogeneidade utilizado (qui-quadrado) revelou que existe diferença estatisticamente significativa entre estar exposto ou não ao ruído em relação ao resultado nos registros das EOAPD. O Odds Ratio igual a 12 sugere

que existe um risco cerca de doze vezes maior de se apresentar resposta ausente das EOAPD para os trabalhadores expostos ao ruído ocupacional em comparação aos não expostos, também apresentando significância estatística.

A análise realizada separando-se os resultados pelo número de orelhas testadas foi utilizada em diversos estudos. Na presente pesquisa, a avaliação por orelha foi realizada ao se perceber que ocorriam respostas variando entre ausência unilateral e bilateral nas EOAPD. Assim, procurou-se observar o comportamento das respostas considerando cada orelha como um órgão exposto aos efeitos do ruído, em complemento a avaliação por indivíduo realizada inicialmente nas principais freqüências relacionadas a PAIR.

O resultado da tabela 9 (OR = 0,2), para a freqüência de 2.000 Hz, sugere que estar exposto ao ruído ocupacional poderia "proteger" o indivíduo de lesões auditivas identificadas pelo exame das EOAPD. A análise desta freqüência isolada, com prévio conhecimento de que ela não oferece boa reprodutibilidade de respostas (PRIEVE 1992), foi realizada afim de se averiguar tal inconsistência de respostas nas freqüências abaixo de 3.000 Hz.

A explicação plausível para o resultado do Odds Ratio encontrado seria o padrão de respostas irregulares nas freqüências mais baixas, fator já citado na literatura (ROBINETTE e GLATTKE 1997). Desse modo, os resultados relativos às freqüências de 500 e 1.000 Hz não foram considerados na análise estatística.

A estimativa do risco de se apresentar ausência de respostas nas EOAPD devido à exposição ao ruído ocupacional também foi calculada, através do Odds Ratio, para as freqüências de 3.000, 4.000, 6.000 e 8.000 Hz separadamente e por orelha testada.

Os resultados destas análises mostram que o risco citado esteve aumentado cerca de 4 vezes para a freqüência de 3.000 Hz, 30 vezes para 6.000 Hz e 3 vezes para 8.000 Hz, não havendo risco (OR = 1) para 4.000 Hz.

Os resultados obtidos com relação às freqüências de 3.000, 6.000 e 8.000 Hz concordam com outros estudos semelhantes, que avaliaram indivíduos com audiometria tonal considerada normal, onde ocorreram menores amplitudes de resposta nas EOAPD em indivíduos expostos ao ruído

em comparação com não expostos (OLIVEIRA *et al.* 2001). FIORINI (2000) obteve maior prevalência de ausência de respostas nas EOAPD também nas frequências de 2.000, 2.500, 3.000, 4.000 e 6.000 Hz, não realizando o teste para 8.000 Hz. Outras pesquisas que analisaram as EOAPD em indivíduos expostos ao ruído, mas com exames de audiometria sugestivos de PAIR e outras alterações, mostraram alterações nas altas frequências (RICCI *et al.* 1999; GATTAZ e WAZEN 2001).

No entanto, estes estudos apontam também alterações significativas para a frequência de 4.000 Hz, o que não foi verificado na presente pesquisa, onde apenas uma orelha de cada grupo teve resposta ausente nas EOAPD. Tal fato pode ser explicado pelo número reduzido de indivíduos incluídos no estudo, fazendo com que a prevalência das alterações em 4.000 Hz não se aproximasse do obtido nas outras frequências. Uma amostra populacional mais expressiva poderia proporcionar um resultado mais próximo dos registrados para 3.000 e 8.000 Hz, sabendo-se que a frequência de 4.000 Hz tem sido descrita como uma das primeiras a apresentar alterações sugestivas e PAIR.

O valor do OR na frequência de 6.000 Hz foi o mais expressivo, estimando um risco cerca de 30 vezes maior de se apresentar ausência de respostas nas EOAPD devido à exposição ao ruído ocupacional. O resultado sugere que as lesões cocleares induzidas por níveis de pressão sonora elevados podem acometer precocemente a frequência de 6.000 Hz e, mesmo não sendo detectadas pelo exame de audiometria tonal, causar alterações fisiopatológicas responsáveis pela ausência de respostas nas EOAPD.

A capacidade de as EOAPD identificarem alterações auditivas precoces decorrentes da exposição ao ruído tem sido sugerida por diversos estudos (HALL e LUTMAN 1999; VINCK *et al.* 1999; FIORINI 2000; GATTAZ e WAZEN 2001; OLIVEIRA *et al.* 2001).

A variabilidade nos critérios de normalidade utilizados pode determinar os resultados de cada pesquisa, tornando difícil a comparação de diferentes estudos. Observa-se que não existe consenso quanto aos parâmetros de normalidade, ausência ou presença de respostas, para o registro das EOAPD. Quando se registra a diferença entre a amplitude da resposta e o ruído de fundo há estudos que consideram valores a partir de 3 dB como resultados que

indicam presença das EOAPD (LONSBURY-MARTIN *et al.* 1997). KIMBERLEY *et al.* (1997) afirmam que usando 3 dB obtém-se cerca de 18% de falsos positivos e para 12 dB haveria muitos falsos negativos, sugerindo o uso de 6 dB que alcançaria uma taxa de falsos positivos de 5%; parâmetro adotado neste estudo.

5.7 DOSE DE RUÍDO E EOAPD

Alguns estudos são realizados em fábricas onde o trabalho e exposição ao ruído são contínuos e, nestes casos, os indivíduos se expõem aos níveis de pressão sonora medidos por aproximadamente 8 horas diárias (FUKUDA *et al.* 1998; BERNARDI 2000; OLIVEIRA *et al.* 2001).

O cálculo da dose de ruído foi realizado considerando as características da instituição pesquisada. Não sendo verdadeiramente uma empresa ou fábrica, onde a produção se faz de maneira contínua, houve a preocupação em avaliar, além do ambiente de trabalho através dos níveis de pressão sonora, a exposição intermitente de cada indivíduo em seu local de trabalho.

A avaliação da exposição ao ruído ocupacional através da análise da dose tem feito parte de poucas pesquisas, mas nota-se tendência de estudos mais recentes em se considerar a intermitência da exposição (KWITKO 2001; LATANCE JÚNIOR 2001; MARTINS *et al.* 2001; KERR *et al.* 2002).

A Tabela 15 mostra os resultados dos registros das EOAPD em relação à dose de ruído. Houve associação estatisticamente significativa entre estar exposto a doses maiores que 1,5 e apresentar ausência de resposta no exame.

Os resultados sugerem que doses maiores de exposição ao ruído ocupacional podem provocar proporções maiores de lesões em nível coclear detectáveis pelos registros das EOAPD. Estes resultados reforçam a idéia de que o exame das EOAPD pode ser útil na identificação de alterações auditivas iniciais provocadas pelo ruído, ainda não detectadas pelo exame de audiometria tonal, como sugeriram outros estudos (HALL e LUTMAN 1999;

VINCK *et al.* 1999; FIORINI 2000; GATTAZ e WAZEN 2001; OLIVEIRA *et al.* 2001).

5.8 DISTRIBUIÇÃO DOS RESULTADOS DAS EMISSÕES OTOACÚSTICAS POR PRODUTOS DE DISTRORÇÃO SEGUNDO SINTOMAS, USO DE PROTETOR AURICULAR, EXPOSIÇÃO AOS SOLVENTES, EXPOSIÇÃO AO RUÍDO NÃO OCUPACIONAL, HÁBITO DE FUMAR.

5.8.1 SINTOMAS

Dentre os sintomas pesquisados o de intolerância a sons intensos teve a maior prevalência (18,9%) seguido de zumbidos (13,5%), para os trabalhadores expostos. Tais sintomas são comumente relacionados entre os mais prevalentes em indivíduos com PAIR, além do comprometimento na inteligibilidade da fala (COMITÊ NACIONAL DE RUÍDO E CONSERVAÇÃO AUDITIVA 1999; NUDELMANN *et al.* 1997). Outros estudos encontraram prevalências maiores para os sintomas citados, embora muito variáveis em relação aos zumbidos: CORRÊA FILHO (2002) refere 72,0% e BARBOSA (2001) 37,9%, sendo que nos dois estudos os indivíduos apresentavam diagnóstico de PAIR baseado na audiometria tonal. Para a intolerância aos sons intensos FIORINI (2000) encontrou 25,0% de prevalência, em trabalhadores expostos ao ruído com audiometria tonal considerada normal.

A associação entre a presença de algum dos sintomas e a ausência de respostas nas EOAPD não foi estatisticamente significativa com $p = 0,15$ (Tabela 16), apesar da maior prevalência de ausência de respostas entre os trabalhadores expostos que apresentavam sintomas (72,7%) em relação aos que não apresentavam (42,3%).

Como a intolerância aos sons intensos foi o sintoma mais prevalente testou-se a sua associação com os resultados nas EOAPD (Tabela 17), não se constatando valor estatisticamente significativo ($p = 0,089$).

As variações nos resultados podem ser explicadas pelas diferentes características de cada população estudada, pelo número de indivíduos selecionados e, ainda, pela presença do viés de informação durante a aplicação dos questionários aos trabalhadores. Os pesquisadores estão sujeitos a perguntar ou interpretar as respostas de modos diferentes (MORATÁ e LEMASTERS 2001). Além destes fatores, nesta pesquisa, os indivíduos não foram diagnosticados como portadores de PAIR pelo exame de audiometria tonal, justamente por se tentar identificar alterações auditivas em seus estágios iniciais. Seria correto supor que se as lesões provocadas pelo ruído se encontram em estágios precoces, as proporções dos sintomas apresentados sejam menores, como no caso dos zumbidos.

5.8.2 USO DE PROTETOR AURICULAR.

O uso de protetor auricular contra ruído, de maneira constante, teve prevalência de 51,4% na presente pesquisa, mas a associação entre a utilização do equipamento de proteção individual (EPI) e os resultados das EOAPD (tabela 18) não foi estatisticamente significativa ($p = 0,10$).

BARBOSA (2001) observou uma prevalência de 42,4% de PAIR em trabalhadores expostos ao ruído que faziam uso constante do protetor auricular. Chamou atenção ao fato de a prevalência ter sido menor para aqueles que não usavam o protetor, sugerindo que trabalhadores avaliados periodicamente que apresentaram anteriormente alterações auditivas podem ter aderido melhor à medida preventiva.

A utilização do EPI por parte dos trabalhadores pode indicar justamente aqueles indivíduos que identificam seu ambiente de trabalho como "perigoso", ou mesmo aqueles que já apresentam algum sintoma auditivo. Tais aspectos tornam de difícil interpretação a associação entre o uso do EPI e o desenvolvimento de PAIR.

5.8.3 EXPOSIÇÃO AOS SOLVENTES

Os trabalhadores que referiram contato com solventes durante a jornada de trabalho estavam entre aqueles que atuavam em gráficas e apenas um marceneiro, num total de 12 indivíduos (32,4%). O contato era ocasional e não havia a utilização de máscaras. Nenhum indivíduo do grupo de não expostos ao ruído referiu contato com solventes.

Estudos têm sugerido a associação entre exposição aos solventes e a PAIR (MORATA *et al.* 1997; BERNARDI 2000), embora outros (CARY *et al.* 1997) refiram que não existe ainda confirmação acerca dos níveis de exposição que seriam "relevantes" no ambiente de trabalho.

Dos trabalhadores que referiram contato com algum tipo de solvente 50% tiveram ausência de respostas nas EOAPD e, assim, o teste de associação (Tabela 19) não mostrou significância estatística ($p = 1,00$).

5.8.4 EXPOSIÇÃO AO RUÍDO NÃO OCUPACIONAL

Nesta pesquisa a exposição fora do ambiente de trabalho foi considerada através da identificação de alguns hábitos que poderiam ser associados à exposição aos níveis de pressão sonora elevados (Tabela 6). Houve prevalência de 21,6% para os expostos e de 16,2% para os não expostos. Outros estudos encontraram prevalências mais altas de "hábitos sonoros", variando entre 26,8% a 81,3% (FIORINI 2000; BARBOSA 2001).

A possibilidade de que a exposição a fontes de ruído fora do ambiente de trabalho possa causar lesão auditiva foi referida em alguns estudos que avaliaram o hábito de ouvir música com fones de ouvido (ISING 1994; LEPAGE e MURRAY 1998), música amplificada ambiental (JORGE JR 1993), usar armas de fogo (SEBALLOS 1995), mostrando que existe relação entre a ocorrência de alterações auditivas e a presença de tais hábitos.

O ruído produzido pelo trânsito foi citado como "excessivo" por 81,1% dos indivíduos do grupo exposto e por 91,9% do grupo não exposto. Havia exposição a caminho do trabalho variando entre 20 minutos a 2 horas, diariamente. Tal fato deve ser considerado na avaliação da exposição ao ruído não ocupacional, principalmente na comparação entre estudos realizados em cidades de diferentes portes e características de tráfego de veículos. MOURA-DE-SOUSA (2002) realizou um mapeamento dos níveis de pressão sonora nas ruas da cidade de São Paulo, encontrando média dos níveis máximos medidos de até 94,2 dB(A) em vias de grande circulação de veículos.

A tabela 20 mostra a distribuição dos trabalhadores do Grupo I quanto aos resultados nas EOAPD e a exposição ao ruído não ocupacional. Houve prevalência de 75,0% de ausência de respostas entre os que apresentavam tal exposição e 44,8% entre os que não apresentavam. No entanto, a associação não foi estatisticamente significativa ($p = 0,23$).

5.8.5 HÁBITO DE FUMAR

Entre os trabalhadores expostos ao ruído ocupacional 29,7% referiram o hábito de fumar, sendo 16,2% de 1 a 10 anos/maço e 13,5% mais de 10 anos/maço, enquanto estas prevalências foram de 35,1%, 18,9% e 16,2%, respectivamente, entre os não expostos. FIORINI (2000) encontrou prevalência de 28,7% entre trabalhadores expostos ao ruído ocupacional.

Tal hábito tem sido relatado como fator de risco associado à alterações auditivas (BARONE *et al.* 1987; CRUICKSHANKS *et al.* 1998). BARBOSA (2001) encontrou associação entre o tabagismo e a ocorrência de PAIR em análise univariada mas, quando usou um modelo de regressão logística durante análise multivariada, não mais obteve significância estatística.

O resultado mostrado na tabela 21 revela que o Odds Ratio da ausência de respostas nas EOAPD para os expostos, considerando os ex-fumantes e fumantes, em relação aos nunca fumantes, não foi estatisticamente significativo.

5.8.6 UTILIZAÇÃO DO REGISTRO DAS EOAPD EM SAÚDE OCUPACIONAL

A possibilidade da utilização de métodos objetivos para a detecção de alterações auditivas provocadas pela exposição aos níveis de pressão sonora elevados seria extremamente importante, visto que a interpretação dos resultados dos testes audiométricos pode influir diretamente na vida profissional do trabalhador.

Um teste auditivo que se mostre simples e eficiente poderia auxiliar a atuação do médico do trabalho nas avaliações que realiza em trabalhadores expostos a ruído ocupacional. Uma avaliação que se torna às vezes difícil dada à subjetividade que envolve o teste de audiometria tonal, apesar dos critérios utilizados para sua interpretação serem bem definidos na atual legislação trabalhista do Brasil.

Diversas pesquisas científicas têm procurado estudar os registros das EOAPD e sua aplicação na detecção precoce de lesões provocadas por exposição ao ruído. No entanto, há variabilidade nos parâmetros empregados para a aplicação do teste, no que se refere à intensidade dos estímulos primários f_1 e f_2 e, mais notadamente, nos critérios de presença da resposta. Há autores que utilizam a diferença entre a amplitude das EOAPD e o ruído de fundo para analisar os resultados, outros usam a relação obtida entre estes mesmos números. Nos dois casos existe, ainda, variação nos valores a serem considerados como representativos de respostas presentes ou ausentes.

Tendo em vista os resultados obtidos em diversos estudos, ainda que não exista normatização para utilização do registro das EOAPD, considera-se que a aplicação deste método na área de medicina do trabalho pode ser útil na atualidade, desde que interpretado por um especialista no assunto.

No presente estudo foi conduzida uma análise univariada de fatores de risco que podem estar associados à PAIR. A utilização de um modelo multivariado poderia modificar alguns dos valores encontrados.

Os resultados das EOAPD, obtidos na comparação dos grupos de não expostos e expostos ao ruído ocupacional, e mesmo dentro deste último grupo, sugerem que tal exame poderia auxiliar na vigilância e controle sobre a PAIR ou alterações auditivas ocupacionais. A possibilidade de se detectar precocemente uma alteração auditiva que se relacione ao ambiente de trabalho permitiria ações de proteção, individual e coletiva, em benefício dos trabalhadores expostos aos diferentes fatores de risco para a audição. Tais medidas de proteção poderiam, assim, ser implantadas ou aprimoradas antes mesmo da ocorrência de uma alteração auditiva que provocasse qualquer sintoma.

Considerando que são realizadas cada vez mais pesquisas sobre o tema em questão, espera-se que os parâmetros técnicos para a aplicação do teste de EOAPD sejam normatizados nos próximos anos e que grupos mais expressivos de trabalhadores sejam avaliados, o que seria uma grande contribuição ao campo da Saúde do Trabalhador

6 CONCLUSÕES

Houve correlação entre estar exposto ao ruído ocupacional e apresentar ausência de respostas nas EOAPD.

O risco da ocorrência de respostas ausentes no registro das EOAPD foi maior para os trabalhadores expostos ao ruído ocupacional, considerando-se os resultados nas frequências de 3.000 Hz, 4.000 Hz e 6.000 Hz em conjunto.

A utilização do registro das EOAPD parece ser útil como método de detecção de alterações fisiopatológicas precoces provocadas por exposição ao ruído ocupacional, mostrando-se como promissor instrumento auxiliar no diagnóstico da PAIR .

7 REFERÊNCIAS

1. Almeida SI de, Albernaz PL, Zaia PA, Xavier OG, Karazawa EH. História natural da perda auditiva ocupacional provocada por ruído. *Rev Assoc Med Bras* 2000; 46(2): 143-58.
2. American College of Occupational Medicine (ACOM), Noise and Hearing Conservation Committee. Occupational noise induced hearing loss. *J Occup Med* 1989; 31(12): 996-997.
3. Araújo GM, Regazzi RD. Critérios para avaliação do ruído. *Revista CIPA*. 2001; n°257: 70-74.
4. Araújo AS. Perda auditiva induzida pelo ruído em trabalhadores de metalúrgica. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2002; 68(1): 47-52.
5. Avan P, Bonfils P. Frequency specificity of human distortion product otoacoustic emissions. *Audiology* 1993; 32: 12-26.
6. Axelsson A. Diagnosis and treatment of occupational noise induced hearing loss. *Acta Otolaryngol, Suppl* 1979; 360: 86-87.
7. Barbosa ASM. Ruído urbano e perda auditiva: o caso da exposição ocupacional em atividades ligadas a coordenação do tráfego de veículos no município de São Paulo. São Paulo; 2001. [Dissertação de Mestrado – Faculdade de Saúde Pública da USP]
8. Barone JA, Peters JM, Garabrant DH, Bernstein L, Krebsbach R. Smoking as a risk factor in noise induced hearing loss. *J Occup Med* 1987; 29(9): 741-745.
9. Beatrice RC, Bleech J. Effects of sample size on the reliability of noise floor and DPOAE. *Br J Audiol* 2000; 34(5): 305-9.
10. Behar A, Chasin M, Cheesman M. Noise Cheesman **Noise control: a primer**. San Diego: Singular Publishing Group; 2000.
11. Bento RF, Miniti A, Marone SAM. **Tratado de otologia**. São Paulo: Edusp: Fundação Otorrinolaringologia: Fapesp; 1998.
12. Berger EH, Royster LH, Thomas WG. Presumed noise induced permanent threshold shift resulting from exposure to an A-weighted Leq of 89 dB. *J Acoust Soc Am* 1978; 64: 192-197.
13. Bernardi APA. Trabalhadores expostos simultaneamente a ruído e tolueno: estudo das emissões otoacústicas evocadas transitórias e efeito de supressão. São Paulo; 2000. [Dissertação de Mestrado – Faculdade de Saúde Pública da USP]
14. Borg E, Canlon B, Ergstrom B. Noise induced hearing loss: literature review and experiments in rabbits. *Scann Audiol Suppl* 1995; 40.
15. Brasil (Ministério do Trabalho e Emprego). Portaria 3214, de 8 de junho de 1978: aprova a **Norma Regulamentadora nº 15: atividades e operações insalubres**, anexo I. Disponível em <http://www.mtb.gov.br> [2001 jun 10].

16. Brasil (Ministério do Trabalho e Emprego). Portaria nº.24, de 29 de dezembro de 1994: aprova o texto da Norma Regulamentadora nº.7: programa de controle médico de saúde ocupacional. **Diário Oficial da União**. Brasília,30 de dezembro de 1994.
17. Brasil (Ministério do Trabalho e Emprego). Portaria nº.25, de 29 de dezembro de 1994: aprova o texto da Norma Regulamentadora nº.9: programa de prevenção de riscos ambientais. **Diário Oficial da União**. Brasília,30 de dezembro de 1994.
18. Brasil (Ministério do Trabalho e Emprego). Portaria nº.19, de 09 de abril de 1998: estabelece diretrizes e parâmetros mínimos para a avaliação e acompanhamento da audição em trabalhadores expostos a níveis de pressão sonora elevados. **Diário Oficial da União**. Brasília,22 de abril de 1998.
19. Brasil (Instituto Nacional do Seguro Social). Ordem de Serviço nº608, de 5 de agosto de 1998: aprova a norma técnica sobre perda auditiva neurossensorial por exposição continuada a níveis de pressão sonora elevados de pressão sonora de origem ocupacional. **Diário Oficial da União**. Brasília, 19 de agosto de 1998.
20. Bright KE. Spontaneous Otoacoustic Emissions. In: Robinette MS, Glatke TJ. **Otoacoustic emissions: clinical applications**. New York-Stuttgart: Thieme; 1997.
21. Brown DK, Bowman DM, Kimberley BP. The effects of maturation and stimulus parameters on the optimal f2/f1 ratio of the 2f1-f2 distortion product otoacoustic emission in neonates. **Hear Res** 2000; 145: 17-24.
22. Browning GG. **Clinical otology and audiology**. 2ª ed. London: Butterworth Heinemann; 1998.
23. Carnicelli MVF. **Audiologia preventiva voltada a saúde do trabalhador --- organização e desenvolvimento de um programa audiológico numa indústria têxtil da cidade de São Paulo**. São Paulo; 1988.[Dissertação de Mestrado – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo].
24. Carnicelli MVF. O uso das emissões otoacústicas no diagnóstico e prevenção da perda auditiva induzida pelo ruído. In: Nudelmann AA, Costa EA da, Seligman J, Ibanez RN. **PAIR: perda auditiva induzida pelo ruído**. São Paulo: Bagagem Comunicação Ltda.; 1997. p.237-246.
25. Carter NL. Eye color and susceptibility to noise induced permanent threshold shift. **Audiology** 1980; 19: 86-93.
26. Carvalho RMM, Sanches SGG, Ravagnani MP. Amplitude das emissões otoacústicas transientes e por produtos de distorção em jovens e idosos. **Rev Bras Otorrinolaringol** 2000; 66(1): 38-45.
27. Cary R, Clarke S, Delic J. Effects of combined exposure to noise and toxic substances: critical review of the literature. **Ann Occup Hyg** 1997; 41(4): 455-465.

28. Clark WW, Bohl CD. Hearing levels of US industrial workers employed in low-noise environments. In: **Proceedings of the 5th International Effects of Noise on Hearing**; 1994. Gothenburg, Sweden.
29. Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva. Boletim nº1, revisto em 14 de novembro de 1999. Perda auditiva induzida pelo ruído relacionado ao trabalho. In: Nudelmann AA, Costa EA da, Seligman J, Ibañez RN. **PAIR: perda auditiva induzida pelo ruído**. São Paulo: RevinteR; 2001. V. 2. p. 226-227.
30. Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva. Boletim nº4, revisto em 14 de novembro de 1999. Recomendações mínimas para a elaboração de um PCA. In: Nudelmann AA, Costa EA da, Seligman J, Ibañez RN. **PAIR: perda auditiva induzida pelo ruído**. São Paulo: RevinteR; 2001. V. 2. p. 230.
31. Cooper JC. Health and nutrition examination survey of 1971-75: part I. Ear and race effects in hearing. **J Am Ac Audiol** 1994; 5: 30-36.
32. Corrêa Filho HR, Costa LS, Hoehne EL, Pérez MAG, Nascimento LCR, Moura EC. Perda auditiva induzida por ruído e hipertensão em condutores de ônibus. **Rev Saúde Pública** 2002;36(6): 693-701.
33. Costa EA da. Classificação e quantificação das perdas auditivas em audiometrias Industriais. **Rev Bras Saúde Ocup** 1988; 16(61): 35-38.
34. Costa EA. Audiometria tonal e testes de reconhecimento da fala: estudo comparativo para aplicação em audiologia ocupacional. **ACTA WHO** 1992; 11(3): 137-142.
35. Costa EA. Os testes logoaudiométricos e sua aplicação em audiologia ocupacional. In: Nudelmann AA, Costa EA da, Seligman J, Ibañez RN. **PAIR: perda auditiva induzida pelo ruído**. São Paulo: Bagagem comunicação Ltda.; 1997.
36. Costa EA. Um teste de fala, com ruído competidor, para aplicação em audiologia ocupacional. In: Nudelmann AA, Costa EA da, Seligman J, Ibañez RN. **PAIR: perda auditiva induzida pelo ruído**. São Paulo: RevinteR; 2001. V.2.
37. Coube CZV, Costa Filho AO. Emissões Otoacústicas Evocadas: Produtos de Distorção em Individuos com Audição Normal. **Rev Bras Otorrinolaring** 1998; 64(4): 339-343.
38. Cruickshanks KJ, Klein R, Klein BEK, Wiley T, Nondahl DM, Tweed TS. Cigarette smoking and hearing loss: the epidemiology of hearing loss. **JAMA** 1998; 279(21): 1715-1719.
39. Eckley CA, Duprat A, Lopes Filho O. Otoacoustic emissions: revision. **Rev Bras Otorrinolaring** 1993; 59(1): 41-45.
40. Engstrom H, Engstrom B. Structural changes in the cochlea following overstimulation by noise. **Acta Otolaryngol, Suppl.** 1979; 360: 75-79.
41. Fabiani M. Evoked otoacoustic emissions in the study of adult sensorineural hearing loss. **British J Audiol** 1993; 27: 131-137.

42. Ferreira LLA, Silveira JAM, Percebo CC, Gonzalez F. Perda auditiva induzida por ruído: análise de audiometria tonal, potenciais evocados de tronco cerebral e emissões otoacústicas evocadas por produtos de distorção. **Rev Bras Otorrinolaringol** 2001; 67(1): 9-14.
43. Fiorini AC. **O uso de registros de emissões otoacústicas como instrumento de vigilância epidemiológica de alterações auditivas em trabalhadores expostos a ruído**. São Paulo; 2000.[Tese de Doutorado – Faculdade de Saúde Pública da USP].
44. Fiorini AC. Nascimento PES. Programa de prevenção de perdas auditivas. In; Nudelmann AA, Costa EA da, Seligman J, Ibañez RN. **PAIR: perda auditiva induzida pelo ruído**. São Paulo: RevinterR; 2001. V.2.
45. Frolenkov IG, Belyantseva IA, Kurc M, Mastroianni MA, Kachar B. Cochlear outer hair cell electromotility can provide force for both low and high intensity distortion product otoacoustic emissions. **Hear Res** 1998; 126: 67-74.
46. Fukuda C. **Emissões otoacústicas por produtos de distorção em trabalhadores expostos a ruído**. São Paulo; 1998.[Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de São Paulo; Escola Paulista de Medicina].
47. Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO). Norma para avaliação da exposição ocupacional ao ruído. **Rev Bras Saud Ocup** 1985; 13(50): 92-96.
48. Gattaz G. Contribuição do registro das emissões otoacústicas evocadas no diagnóstico das perdas auditivas induzidas pelo ruído. In: Nudelmann AA, Costa EA da, Seligman J, Ibañez RN. **PAIR: perda auditiva induzida pelo ruído**. São Paulo: RevinterR; 2001. V. 2.
49. Gattaz, Wazen SRG. O registro das emissões otoacústicas evocadas – produtos de distorção em pacientes com perda auditiva induzida pelo ruído. **Rev Bras Otorrinolaringol** 2001; 67(2): 213-218.
50. Glorig A. Noise: past, present and future. **Ear Hear** 1980; 1: 4-18.
51. Gold T. Hearing II. The Physical of the action of the cochlea. **Proc R Soc Lond B Biol Sci** 1948; 135: 149-158.
52. Gomes FP. **Curso de Estatística Experimental**. São Paulo: Nobel,1982.
53. Gorga MP, Stover L, Neely ST, Montoya D. The use of cumulative distributions to determine critical values and levels of confidence for clinical distortion product otoacoustic emissions measurements. **J Acoust Soc Am** 1996; 100: 968-977.
54. Griep RH, Chór D, Camacho LAB. Tabagismo entre trabalhadores de empresa bancária. **Rev Saud Publ** 1998; 32(6).
55. Hall AJ, Lutman ME. Methods for early identification of noise-induced hearing loss. **Audiology** 1999; 38(5): 277-280.

56. Hauser R, Probst R. The influence of systematic primary tone level variation L1-L2 on the acoustic distortion product emission 2f2-f1 in normal human ears. **J Acoust Soc Am** 1991; 89(1): 280-286.
57. Henderson D, Subramaniam M, Boettcher FA. Individual susceptibility to noise induced hearing loss: an old topic revisited. **Ear Hear** 1993; 14: 152-168.
58. Henselman LW, Henderson D, Shadoam J, Subramaniam M, Saunders S, Ohlin D. Effects of noise exposure, race and years of service on hearing in US army soldiers. **Ear Hear** 1995; 16: 382-391.
59. Hotz MA, Probst R, Harris FP, Hauser R. Monitoring the effects of noise exposure using transiently evoked otoacoustic emissions. **Acta Otolaryngol (Stockh)** 1993;113: 478-482.
60. Humes LE. Noise induced hearing loss as influenced by other agents and by some characteristics of the individual. **J Ac Soc Am** 1984; 76: 1318-1329.
61. Hungria H. **Otorrinolaringologia**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1995.
62. Ibañez RN. Programa de conservação auditiva. **Rev Bras Otorrinolaringol** 1993; 59(4): 260-262.
63. International Organization for Standardization. Acoustics - Threshold of hearing by air conduction as a function of age and Sex for otologically normal persons. **ISO-7029**. Genève, Switzerland; 1984.
64. International Organization for Standardization. Acoustics – Audiometric test methods – Part 1: Basic pure tone air and bone conduction threshold audiometry: **ISO 8253-1**. Genève, Switzerland; 1989.
65. International Organization for Standardization. Acoustics – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment: **ISO-1999**. Genève, Switzerland; 1990.
66. International Organization for Standardization. Acoustics – Standard reference zero for the calibration of pure-tone audiometers: **ISO 389/1964**. Genève, Switzerland; 1991.
67. Irle H, Hesse JM, Strasser H. Physiological cost of energy-equivalent noise exposure with a rating level of 85 dBA: hearing threshold shifts associated with energetically negligible continuous and impulse noise. **Int J Indust Erg** 1998; 21: 451-463.
68. Ising H, Hanel J, Pilgramm M. Risk of hearing loss caused by listening to music with head phones. **HNO** 1994; 42: 764-768.
69. Jerger J, Jerger S, Mauldin L. Studies in impedance audiometry. **Arch Otolaryng** 1972; 96: 513-523.
70. Johnson DL. Field studies: industrial exposures. **J Acoust Soc Am** 1991; 90: 170-174.
71. Jorge Jr JJ. **Avaliação dos limiares auditivos de jovens e sua relação com hábitos de exposição à música eletronicamente**

- amplificada.** São Paulo; 1998.[Tese de Doutorado – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo].
72. Kemp DT. Stimulated acoustic emissions from within the human auditory system. **J Acoust Soc Am** 1978; 64(5): 1386-1391.
 73. Kemp DT, Bray P, Alexander L, Brown AM. Acoustic emission cochleography: practical aspects. **Scan Audiol Suppl** 1986; 25: 71-95.
 74. Kemp DT. Otoacoustic emissions in perspective. In: Robinette MS, Gattke TJ. **Otoacoustic emissions: clinical applications.** New York-Stuttgart: Thieme; 1997.
 75. Kerr MJ, Brosseau L, Johnson CS. Noise levels of selected construction tasks. **AIHA Journal** 2002; 63: 334- 339.
 76. Kimberley BP, Brown DK, Allen JB. Distortion product emissions and sensorineural hearing loss. In: Robinette MS, Gattke TJ. **Otoacoustic emissions: clinical applications.** New York-Stuttgart: Thieme; 1997.
 77. Kon K, Inagaki M, Kaga M. Developmental changes of distortion product and transient evoked otoacoustic emissions in different age groups. **Brain & Develop** 2000; 22: 41-46.
 78. Kryter KD. Presbycusis, sociocusis and nosocusis. **J Acoust Soc Am** 1983; 73: 1897-1916.
 79. Kummer P, Janssen T, Hulin P, Arnold W. Optimal L1-L2 primary tone level separations remains independent of test frequency in humans. **Hear Res** 2000; 146: 47-56.
 80. Kurc M. O amplificador coclear. **Arquiv Fund Otorrinolaring** 1999; 3(2): 48-56.
 81. Kwitko A. Motoristas de transporte coletivo urbano estão sujeitos a diversas doenças ocupacionais. **Rev CIPA** 2001; nº260: 62-65.
 82. Kwitko A, Ferreira PG, França MT, Zanzini C, Steggiorin S. Perdas auditivas ocupacionais: análise de variáveis e diagnóstico. **RBM-ORL** 1996; 3(3): 151-164.
 83. Latance Júnior S. O tabu dos motoristas de São Paulo. **Rev CIPA** 2001; nº260: 49-54.
 84. LePage EL, Murray NM. Latent cochlear damage in personal stereo users: a study based on click-evoked otoacoustic emissions. **Med J Aust** 1998; 169: 588-592.
 85. Levin J. **Estatística aplicada as ciências humanas.** 2º ed. São Paulo: Harbra; 1987.
 86. Lindeman HE. Relation between audiological findings and complaints by persons suffering from noise induced hearing loss. **Am Ind Hyg Ass J** 1971; 32: 447-452.
 87. Lopes Filho O, Carlos R, Redondo M do C. Otoacoustic emissions: distortion products. **Rev Bras Otorrinolaring** 1995; 61(6): 485-494.

88. Lonsbury-Martin BL, Cutler WM, Martin GK. Evidence for the influence of aging on distortion product otoacoustic emissions in humans. **J Acoust Soc Am** 1991; 89(4): 1749-1759.
89. Lonsbury-Martin BL, Martin GK, Whitehead ML. Distortion product otoacoustic emissions. In: Robinette MS, Gattke TJ. **Otoacoustic emissions: clinical applications**. New York-Stuttgart: Thieme; 1997.
90. Macedo MEG. **Estudo da correlação entre pigmentação de íris e susceptibilidade à Perda Auditiva Induzida pelo Ruído**: Rio de Janeiro; 2003.[Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio de Janeiro].
91. Marques SR. **Os efeitos do ruído em motoristas de ônibus urbanos do município de São Paulo**. São Paulo; 1998.[Dissertação de Mestrado – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo].
92. Margolis RH, Trine MB. Influence of middle-ear disease on otoacoustic emissions. In: Robinette MS, Gattke TJ. **Otoacoustic emissions: clinical applications**. New York-Stuttgart: Thieme; 1997.
93. Martins AL, Alvarenga KF, Bevilacqua MC, Costa Filho OA. Perda auditiva em motoristas e cobradores de ônibus. **Rev Bras Otorrinolarigol** 2001; 64(4): 467-473.
94. May JJ. Occupational hearing loss. **Am J Ind Med** 2000; 27(1): 112-120.
95. Melnick W. Human temporary threshold shift (TTS) and damage risk. **J Acous Soc Am** 1991; 90: 147-154.
96. Mendes R. **Patologia do trabalho**. São Paulo: Atheneu; 1995. p.5-31.
97. Mills JH, Gilbert RM, Adkins WY. Temporary, threshold shifts in humans exposed to octave bands of noise for 16 to 24 hours. **J Acoust Soc Am** 1979; 65: 1238-1248.
98. Miranda CA, Dias CR. Trios elétricos e efeito: a perda auditiva induzida pelo ruído em trabalhadores de bandas musicais da Bahia. **Proteção** 1998; fev: 52-60.
99. Morata TC, Fiorini AC, Fisher FM, Colaciopo S, Wallingford KM, Krieg EF et al. Toluene induced hearing loss among rotogravure printing workers. **Scand J Environ Health** 1997; 23: 289-298.
100. Morata TC, Lemasters GK. Considerações epidemiológicas para o estudo de perdas auditivas ocupacionais. In: Nudelmann AA, Costa EA da, Seligman J, Ibañez RN. **PAIR: perda auditiva induzida pelo ruído**. São Paulo: RevinteR; 2001. V. 2.
101. Moulin A, Bera JC, Collet L. Distortion product otoacoustic emissions and sensorineural hearing loss. **Audiology** 1994; 33: 305-326.
102. Moulin A, Collet L. **Les otoémissions acoustiques en exploration fonctionnelle**. Paris: Éditions Médicales Internationales; 1996.
103. Moura-de-Sousa C. **Ruído urbano: níveis de pressão sonora na cidade de São Paulo**. São Paulo; 2002. [Dissertação de Mestrado – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo].

104. Muniz LF. **Estudo da amplitude das emissões otoacústicas em indivíduos expostos ao ruído de trios elétricos.** São Paulo; 2000. [Dissertação de Mestrado - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo].
105. Namur FABM, Fukuda Y, Onishi ET, Toledo RN. Avaliação auditiva de músicos da orquestra sinfônica municipal de São Paulo. **Rev Bras Otorrinolarigol** 1999; 65(5): 390-395.
106. National Institute for Occupational Safety and Health .**Preventing a occupational hearing loss: a practical guide.** US: NIOSH: 1996.
107. Nudelmann AA, Costa EA da, Seligman J, Ibanez RN. **PAIR: perda auditiva induzida pelo ruído.** São Paulo: Bagagem Comunicação Ltda.; 1997.
108. Oeken J. Topodiagnostic assessment of occupational noise-induced hearing loss using distortion product otoacoustic emissions compared to the short increment sensitivity index test. **Euro Arch Oto-Rhino-Laryng** 1999; 256(3): 115-221.
109. Oliveira JAA de. O mecanismo eletrobiomecânico ativo da cóclea. **Rev Bras Otorrinolaring** 1993; 59(4): 236-247.
110. Oliveira JAA de. Fisiologia clínica da audição – cóclea ativa. In:Nudelmann AA, Costa EA da, Seligman J, Ibanez RN. **PAIR: perda auditiva induzida pelo ruído.** Saõ Paulo: Bagagem Comunicação Ltda; 1997.p.101-142.
111. Oliveira TMT de, Vieira MM, Azevedo MF de. Emissões otoacústicas em trabalhadores normo ouvintes expostos ao ruído ocupacional. **Pró Fono** 2001; 13(1): 17-22.
112. Painter JE. Basic instrumentation issues in acquiring distortion product otoacoustic emissions. In: Robinette MS, Glatcke TJ. **Otoacoustic emissions: clinical aplications.** New York-Stuttgart: Thieme; 1997.
113. Paludetti G, Ottaviani F, Fetoni AR, Zupa AA, Tortorolo G. Transient evoked otoacoustic emissions (TEOAEs) in new-borns: normative data. **Oto Rhino Laryngology** 1999; 47: 235-241.
114. Pereira CA. **Surdez profissional em trabalhadores metalúrgicos: estudo epidemiológico em uma indústria da Grande São Paulo.** São Paulo; 2000.[Dissertação de Mestrado – Faculdade de Saúde Pública da USP].
115. Phaneuf R, Hetu R. An epidemiological perspective of the causes of hearing loss among industrial workers. **The J Otolaringol** 1990; 19(1): 31-40.
116. Prieve BA. Otoacoustic emissions in infants and children: basic characteristics and clinical application. **Semin Hear** 1992; 13: 37-52.
117. Probst R, Lonsbury-Martin BL, Martin GK, Coats AC. Otoacoustic emissions in ears with hearing loss. **Am J Otolaryngol** 1987; 8: 73-81.
118. Probst R, Harris FP. Otoacoustic emissions. **Adv Otorrinolaryngol.** Basel, Karger, 1997; 53:182-202.

119. Pujol R. Anatomie et physiologie de la cochlée. **Archiv Internat Physiol Bioch** 1989; 97(4): 51-75.
120. Relster E. **Traffic noise annoyance**. Denmark: Polyteknisk Forlag; 1975.
121. Rask-Andersen H, Ekvall L, Sholtz A, Schrott-Fischer A. Structural/audiometric correlations in a human inner ear with noise induced hearing loss. **Hear Res** 2000; 141: 129-139.
122. Raymond AY, Sataloff J, Glorig A, Menduke H. The Effects Upon Hearing of Steady State Noise Between 82 and 92 dB(A). **J Occup Med** 1978; 20(50): 351-358.
123. Rêgo MAV, Pereira RAG. Acidentes e doenças do trabalho no complexo químico e petroquímico da Bahia. In: Franco T. **Trabalho, riscos industriais e meio ambiente: rumo ao desenvolvimento sustentável?** Salvador: EDUFBA; 1997. P.159-187.
124. Ricci G, Molini E, Alunni N, Gallucci L, Quaglietti G, Cerquetti ME. Prévion de l'audition par les produits de distorsions chez lês sourds par le bruit. **Rev Laryngol Otol Rhinol** 1999; 120 (2): 117-121.
125. Robinette MS, Glatke TJ. **Otoacoustic emissions: clinical applications**. New York-Stuttgart: Thieme; 1997.
126. Robinson DW. **Estimating the risk of hearing loss due the continuous noise**. In: Robinson DW. Occupational hearing loss. New York: Academic Press; 1971.
127. Rosenhall U, Pedersen K, Svanborg A. Prebycusis and noise induced hearing loss. **Ear Hear** 1990; 11: 257-263.
128. Russo ICP. Noções gerais de acústica e psicoacústica. In: Nudelmann AA, Costa EA da, Seligman J, Ibanez RN. **PAIR: perda auditiva induzida pelo ruído**. São Paulo: Bagagem Comunicação Ltda.; 1997.p.49-75.
129. Ryan AF. New views of cochlear function. In: Robinette MS, Glatke TJ. **Otoacoustic emissions: clinical applications**. New York-Stuttgart: Thieme; 1997. p.22-45.
130. Santos U de P, Matos MP, Morata TC, Okamoto VA. **Ruído: riscos e prevenção**. 3ª ed. São Paulo: Hucitec; 1999.
131. Seballos SL.. **Condição auditiva de praticantes de tiro com armas de fogo**. São Paulo; 1998.[Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Maria].
132. Suter A. **Hearing conservation manual**. 3 ed. Milwauke, US: CAOHC; 1993.
133. Tay HL, Ray N, Ohri R, Frootko NJ. Diabetes mellitus and hearing loss. **Clin Otolaryngol** 1995; 20: 130-134.
134. Teas DC. Auditory physiology: present trends. **Ann Rev Psychol** 1989; 40: 405-429.

135. Topolska MM, Hassman E, Baczek M. The effects of chronic otitis media with effusion on the measurement of distortion products of otoacoustic emissions: presurgical and postsurgical examination. **Clin Otolaryngl** 2000; 25: 315-320.
136. Vieira S. **Introdução à bioestatística**. 2 ed. Rio de Janeiro: Campus; 1983.
137. Vinck BM, Van Cauwenberge PB, Leroy L, Corthals P. Sensitivity of transient evoked and distortion product otoacoustic emissions to the direct effects of noise on the human cochlea. **Audiology** 1999; 38: 44-52.
138. Ward D. General auditory effects of noise. **Otolaryngol Clin North Am** 1979; 12: 473-492.
139. Ward D, Cushing EM, Burns EM. Effective quiet and moderate TTS: implications for noise exposure standards. **J Acous Soc Am** 1976; 59: 160-165.
140. WHO. World Health Organization. **Environmental criteria nº12: noise**. Genebra; 1980.

ANEXOS

ROTEIRO DE ANAMNESE

A- Dados Pessoais:

1. Nome: _____ 2. Nº de Identificação: _____
 3. Idade: _____ 4. Sexo: masc () fem. ()
 5. Setor de Trabalho: _____ 6. Função: _____

B- História Clínica:

1. Acha que escuta bem? sim() não() AV() se tem problema há quanto tempo? _____
 2. Entende bem (mesmo em situações “desfavoráveis”)? _____
 3. Teve alguma doença ou acidente que precisou internação hospitalar ou tomar remédios por algum tempo?(mesmo na infância) sim() não() .ñ lembra()
 Qual? _____ Quanto tempo usou? _____
 4. Tem algum outro tipo de doença? sim() não()
 (diabetes/ reumatismo/ tireoidopatia/ pressão alta/ cardiopatia/ dislipidemia/ outras)
 5. Usa remédio (ou alguma droga) para este problema ou para outros fins?
 sim() não() AV()
 Qual? _____
 6. Sintomas:
 tonturas() nervosismo ou irritabilidade() insônia()
 intolerância a sons intensos() cefaléia() Zumbidos()
 Outros _____
 7. Relaciona este(s) sintoma(s) com a exposição ao ruído? _____

C- Hábitos e Outras Exposições ao Ruído:

ATIVIDADE	SIM ou NÃO	HORAS /SEMANA	TEMPO	PROTETOR ?
Serviço Militar				
Grupo Musical				
Motocicleta				
Fone ouvido/ <i>Walk Man</i>				
Rádio Alto				
Bailes e Boates				
Cultos Religiosos				
Fogos de Artifício				
Outros				

Hábito de Fumar? tipo _____ sim() não() AV() há _____ anos.
 Parou? sim() Há quanto tempo? _____
 _____ cigarros/dia. (anos/maço)

D- Antecedentes Familiares:

1. Há casos de deficientes auditivos na família ? sim() não()

E- Dados Ocupacionais Atuais:

1. Considera seu ambiente de trabalho ruidoso ? sim() não() AV()

2. Há quanto tempo está na função ? _____.

3. Usa protetor auricular constantemente ? sim() não() Tipo _____.

4. Jornada de trabalho _____ horas / semana.

5. Exposição efetiva ao ruído (intermitência da exposição: duração das atividades desenvolvidas na função e pausas) _____ horas/dia.

6. Está exposto a produtos químicos ? sim() não() AV()

7. Qual ?(tolueno/ estireno/ solventes/ mercúrio/ outros)_____.

8. Usa Máscara ? sim() não() AV()

F- História Ocupacional:

1. Já trabalhou antes com ruído ? sim() não() AV()

2. Durante quanto tempo ? _____ anos. (_____ horas/semana).

3. Trabalhou com que “tipo” de ruído ou qual função? _____.

4. Usava protetor auricular ? sim() não() AV()

5. Havia exposição a produtos químicos ? sim() não() AV()

6. Qual ? _____.

7. Usava máscara ? sim() não() AV()

8. Durante o tempo que trabalhou com ruído, foi exposto a algum episódio de explosão ou ruído intenso ? (trauma sonoro).

Sim() Não() Quando ? _____ . Que tipo ? _____.

OTOSCOPIA: OD _____.

OE _____.

TERMO DE CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Eu, _____, _____ anos,
DI nº _____, declaro ter sido esclarecido sobre a pesquisa "PERDA AUDITIVA INDUZIDA PELO RUÍDO: EMISSÕES OTOACÚSTICAS POR PRODUTOS DE DISTORÇÃO COMO MÉTODO DE DIAGNÓSTICO PRECOCE", desenvolvida pelo médico Frederico Prudente Marques como mestrando do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública – USP; e ainda, tendo entendido o que me foi explicado, concordo em participar da pesquisa referida, sendo submetido a exame físico otorrinolaringológico, respondendo questionário acerca de doenças relacionadas com prejuízo da audição e sendo avaliado através de exames auditivos (Audiometria Tonal; Imitânciometria; Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção).

Observações :

1. os procedimentos a serem realizados, referidos acima, não trazem prejuízo à integridade física do sujeito da pesquisa; sendo que este tem o direito de desistir de sua participação, caso algum exame cause desconforto julgado como nocivo à sua saúde.
2. as informações prestadas pelo sujeito da pesquisa e os resultados de exames serão usados apenas para fins científicos, não existindo qualquer identificação pessoal quando da apresentação dos resultados da pesquisa.

São Paulo, ___/___/_____.

(assinatura do sujeito da pesquisa)

(assinatura do pesquisador)

Pesquisador: Frederico Prudente Marques; Médico (CRM-SP 92776)
Fone: 55745381; E-Mail: fpm@usp.br

Exemplo do Registro das Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção fornecido pelo aparelho *Bio-logic Systems Corporation, programa Scout Sport (Distortion Product Otoacoustic Emissions Measurement System – version 1.54).*

Paciente: XXX.
Idade: 28

Orelha: direita
Data: 03/09/02.

L1 (dB)	L2 (dB)	F1 (Hz)	F2 (Hz)	Média (Hz)	DP (dB)	RF (dB)	PD – RF (dB)
64.5	54.3	6560	8013	7250	-16.8	-27.1	10.3
64.5	54.6	4639	5670	5128	-7.7	-23.3	15.6
64.7	55.0	3280	3983	3614	2.2	-29.2	31.4
64.5	54.8	2343	2858	2588	4.6	-13.0	17.6
64.4	54.7	1640	2015	1818	8.4	-16.6	25.1
64.8	55.4	1171	1453	1304	8.3	-4.0	12.3
64.7	54.3	843	1031	932	3.0	-6.1	9.1
64.2	54.4	609	750	676	2.5	-2.2	4.6
64.6	54.0	6560	8013	7250	-22.9	-21.6	-1.3
64.4	54.6	4639	5670	5128	-10.6	-16.5	5.9
64.7	54.9	3280	3983	3614	2.2	-25.6	27.8
64.4	54.8	2343	2858	2588	6.0	-12.7	18.7
64.4	54.7	1640	2015	1818	8.8	-17.9	26.8
64.8	55.4	1171	1453	1304	8.5	-10.2	18.7
64.8	54.3	843	1031	932	6.8	-5.1	11.9
64.2	54.5	609	750	676	0.6	-5.2	5.8
64.6	54.0	6560	8013	7250	-19.9	-20.2	0.4
64.3	54.6	4639	5670	5128	-12.1	-18.8	6.7
64.7	54.7	3280	3983	3614	-0.2	-13.1	12.9
64.5	54.8	2343	2858	2588	5.5	-14.1	19.6
64.5	54.7	1640	2015	1818	8.4	-11.0	19.4
64.9	54.4	1171	1453	1304	8.7	-14.0	22.7
64.8	54.4	843	1031	932	1.4	-9.3	10.6
64.3	54.5	609	750	676	0.9	-6.6	7.6

L1 = primeira intensidade do estímulo

L2 = segunda intensidade do estímulo

F1 = primeira frequência do estímulo

F2 = segunda frequência do estímulo

PD = Produto de Distorção

RF = Ruído de Fundo



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA-COEP

Av. Dr. Arnaldo, 715 - Cerqueira César
São Paulo-SP - CEP: 01246-904

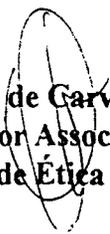
Telefone: (0xx11) 3066-7779 - e-mail: mdgracas@usp.br

Of.COEP/124/01

08 de agosto de 2001

Pelo presente, informo que o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo-COEP, **analisou e aprovou**, em sua 6.ª/01, Sessão Ordinária, realizada em 07.08.01, de acordo com os requisitos da Resolução CNS/196/96, o Protocolo de Pesquisa n.º 489, intitulado: "PERDA AUDITIVA INDUZIDA PELO RUÍDO: USO DE EMISSÕES OTOACÚSTICAS POR PRODUTOS DE DISTORÇÃO PARA DIAGNÓSTICO PRECOCE", apresentado pelo pesquisador Frederico Prudente Marques.

Atenciosamente,


Paulo Antonio de Carvalho Fortes
Professor Associado
Vice-Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa da FSP-COEP



hospital universitário
universidade de são paulo

ANEXO V

São Paulo, 25 de junho de 2001.

II^{mo(a)}. S^{r(a)}.

Frederico Prudente Marques

Rua Domingos de Morais, 1572 – apto.24

Vila Mariana

04010-200 São Paulo - SP

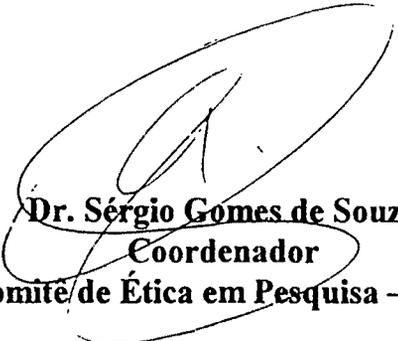
Referente: **Projeto de Pesquisa:** “Perda auditiva induzida pelo ruído: uso de emissões otoacústicas por produtos de distorção para diagnóstico precoce” -
Cadastro: 145/01

Prezado(a) Senhor(a)

O Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário da Universidade de São Paulo, em reunião de 22 de junho de 2001, analisou o projeto de pesquisa acima citado, considerando-o como APROVADO.

Lembramos que cabe ao pesquisador elaborar e apresentar a esta Comissão, relatórios parciais (a cada 90 dias) e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 196 de 10-10-1996, inciso IX 2, letra “c”).

Atenciosamente,



Dr. Sérgio Gomes de Souza
Coordenador
Comitê de Ética em Pesquisa – CEP