

**NELSON AUGUSTO NETO**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO  
CAMPUS DE BAURU  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENHO INDUSTRIAL**

**Verificação dos Níveis de Atenuação de  
Protetores Auriculares do tipo Concha,  
utilizando Microfone Sonda**

Bauru/SP  
**2007**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENHO INDUSTRIAL

**NELSON AUGUSTO NETO**

**Verificação dos Níveis de Atenuação de  
Protetores Auriculares do tipo Concha,  
utilizando Microfone Sonda**

**Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Design da  
Universidade Estadual Paulista como  
requisito para obtenção do Título de  
Mestre em Design com ênfase em  
Ergonomia.**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. João Cândido Fernandes**

Bauru/SP

**2007**

**DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO  
UNESP - BAURU**

Augusto Neto, Nelson.

Atenuação dos protetores auriculares do  
tipo concha utilizando microfone sonda /

Nelson Augusto Neto, 2007.

73 f. il.

Orientador: João Cândido Fernandes.

Dissertação (Mestrado) - Universidade  
Esta - dual Paulista. Faculdade  
Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru,  
2007

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. João Cândido Fernandes, professor do Departamento de Engenharia Mecânica da UNESP –Campus de Bauru, cujo dedicado acompanhamento, sempre alicerçada na amizade, incentivo e apoio, tornou possível a realização deste trabalho.

À Mara, minha esposa, Gêssica e Kaê, meus filhos pelo amor, incentivo, paciência, compreensão e união, tantas vezes prejudicados no decorrer do curso e da pesquisa, mas sempre com uma palavra amiga.

Aos Srs. Silvio e Helder secretários da Pós Graduação da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da UNESP / Bauru, que por tantas vezes me atenderam, e estenderam atenção além da forma satisfatória;

Aos amigos que traduzem sentido a tudo isso.

O meu muito obrigado.

***“A eles pertencem o mérito e a alegria que este trabalho pode ter.”***

**“A maior descoberta de minha geração  
é o ser humano poder alterar a sua  
vida alterando suas atitudes”  
( William James)**

## S U M Á R I O

Lista de Figuras.....	IV
Lista de Tabelas.....	VI
Índice de Abreviaturas.....	VIII
RESUMO.....	IX
ABSTRACT.....	X
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1 - Ruído.....	03
2.1.1 – Relação entre ruído e P.A.I.R.....	06
2.1.2 – Efeitos do Ruído no Trabalhador.....	09
2.2 – Sistema Auditivo.....	12
2.2.1 – Percepção Sonora.....	15
2.2.2 – Perda de Audição.....	16
2.3 – Protetores Auriculares.....	20
2.3.1- Classificação quanto ao tipo de Protetores Auriculares.....	21
2.3.1.1 – Protetores do tipo concha.....	22
2.3.1.2 – Protetores do tipo Plug ou Inserção .....	24
2.3.1.3 – Protetores do tipo Semi - Inserção.....	26
2.3.2 – Vedação Sonora.....	27
2.3.3 – Métodos de Medição para verificação de atenuação de protetores auriculares.....	32
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	35
3.1 – Equipamentos.....	35
3.1.1- Computador.....	35
3.1.2 – Cabina de Medição Audiométrica.....	36
3.1.3 – Microfone Sonda.....	38
3.1.4 – Amostra de Protetores Auriculares.....	39
3.2 – Métodos.....	43
4. RESULTADOS.....	47
5. CONCLUSÕES.....	58
6. ANEXOS.....	59
7. BIBLIOGRAFIA.....	62

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema Auditivo Periférico.....	13
Figura 2 – Cóclea: 2ª – corte transversal mostrando as rampas timpânica, média e vestibular; 2b – destaque para as células ciliadas ancoradas na membrana basilar na rampa média.....	15
Figura 3 – Orelha humana e a representação física do seu funcionamento.....	17
Figura 4– Planificação da cóclea e freqüências.....	18
Figura 5 – Fadiga das células ciliadas.....	19
Figura 6 – Classificação dos dispositivos de Proteção Auditiva.....	22
Figura 7 – Valores Médios de Atenuação, de diversos tipos de Protetores Auditivos.....	25
Figura 8 – A,B,C e D, percurso do som até a orelha interna com o uso do protetor tipo plug (inserção).....	28
Figura 9 – A,B,C e D, percurso do som até a orelha interna, com o uso do protetor tipo concha.....	29
Figura 10 – Função de Transferência do Orelha Aberta (TFOE – Transfer Function of the Open Ear).....	34
Figura 11 – Computador o programa Probe Mic Program/ Versão – 2.0 instalado.....	35
Figura 12 - Apresentação de desenho esquemático da Cabina de Medição .....	36
Figura 13 - Cabina de Medição utilizada no trabalho.....	37
Figura 14 - Microfone sonda.....	38
Figura 15 - Microfone sonda utilizado na pesquisa. com suporte de sustentação.....	39
Figura 16 - Protetor Auricular marca 3M.....	40
Figura 17 - Protetor Auricular marca AGENA .....	41
Figura 18 - Protetor Auricular marca MSA.....	42
Figura 19 – Apresenta microfone sonda colocada no conduto auditivo...	43

Figura 20 - Sujeito sob teste.....	44
Figura 21 -Sujeito sob teste com o protetor.....	45
Figura 22 - Visualização de curvas geradas com e sem os protetores auriculares.....	46
Figura 23 – Gráfico dos valores apresentados no CA e valores obtidos na pesquisa para o protetor de marca 3M.....	56
Figura 24 – Gráfico dos valores apresentados no CA e valores obtidos na pesquisa para o protetor de marca AGENA.....	57
Figura 25 – Gráfico dos valores apresentados no CA e valores obtidos na pesquisa para o protetor de marca MSA.....	57

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Atenuação média de protetores auditivos.....	29
Tabela 2 – Limites de Tolerância para Ruído-Contínuo ou Intermitente.	31
Tabela 3 – Dados de Freqüência, atenuação , desvio padrão e NRR apresentados no CA –Protetor 3M.....	40
Tabela 4 – Dados de Freqüência, atenuação , desvio padrão e NRR apresentados no CA –Protetor AGENA.....	41
Tabela 5 – Dados de Freqüência, atenuação , desvio padrão e NRR apresentados no CA –Protetor 3M.....	42
Tabela 6 – Apresenta os valores encontrados no teste 1.....	47
Tabela 7 – Apresenta os valores encontrados no teste 2.....	47
Tabela 8 – Apresenta os valores encontrados no teste 3.....	48
Tabela 9 – Apresenta os valores encontrados no teste 4.....	48
Tabela 10 – Apresenta os valores encontrados no teste 5.....	48
Tabela 11 – Apresenta os valores encontrados no teste 6.....	49
Tabela 12 – Apresenta os valores encontrados no teste 7.....	49
Tabela 13 – Apresenta os valores encontrados no teste 8.....	49
Tabela 14 – Apresenta os valores encontrados no teste 9.....	50
Tabela 15 – Apresenta os valores encontrados no teste 10.....	50
Tabela 16 – Apresenta os valores encontrados no teste 11.....	50
Tabela 17 – Apresenta os valores encontrados no teste 12.....	51
Tabela 18 – Apresenta os valores encontrados no teste 13.....	51
Tabela 19 – Apresenta os valores encontrados no teste 14.....	51
Tabela 20 – Apresenta os valores encontrados no teste 15.....	52
Tabela 21 – Apresenta os valores encontrados no teste 16.....	52
Tabela 22 – Apresenta os valores encontrados no teste 17.....	52
Tabela 23 – Apresenta os valores encontrados no teste 18.....	53
Tabela 24 – Apresenta os valores encontrados no teste 19.....	53
Tabela 25 – Apresenta os valores encontrados no teste 20.....	53
Tabela 26 – Valores médios de atenuação e desvio padrão encontrados nos medidores da marca 3M.....	54

Tabela 27 – Valores médios de atenuação e desvio padrão encontrados nos medidores da marca AGENA.....	54
Tabela 28 – Valores médios de atenuação e desvio padrão encontrados nos medidores da marca MSA.....	54
Tabela 29 – Comparativo de valores de atenuação apresentados no CA e Valores encontrados nos testes-Protetor da marca 3M.....	55
Tabela 30 – Comparativo de valores de atenuação apresentados no CA e Valores encontrados nos testes-Protetor da marca AGENA....	55
Tabela 31 – Comparativo de valores de atenuação apresentados no CA e Valores encontrados nos testes-Protetor da marca MSA.....	55

## Índice de Abreviaturas

**ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas;  
**ANSI** - American National Standard Institute  
**CAT** (Comunicação de Acidente de trabalho),  
**CCE** - células ciliadas externas  
**CCI** células ciliadas internas  
**CIDs** (Cadastro Internacional de Doenças)  
**dBA** – Decibel medido na escala A;  
**EPI** – Equipamento de Proteção Individual;  
**EPIa** – Equipamento de Proteção Individual auricular;  
**HAS** - Hipertensão arterial sistêmica;  
**Hz** -Hertz  
**IEC** (International Electrotechnic Commission)  
**INSS** (Instituto Nacional de Seguridade Social)  
**LARI** -Laboratório de Ruído Industrial  
**MAE**-meato acústico externo  
**NBR**- Norma Regulamentadora Brasileira  
**NIOSH** - National Institute for Occupational Safety and Health;  
**NR** -Norma Regulamentadora  
**OMS** – Organização Mundial de Saúde;  
**OSHA** - Administração de Saúde e Segurança Ocupacional;  
**PAD** - Pressão arterial diastólica;  
**PAIR** – Perda Auditiva Induzida por Ruído;  
**PAS** - Pressão arterial sistólica;  
**PI** -perda por inserção  
**PTS** -Mudança permanente de limiar  
**REOR** -Ressonância de oclusão na orelha externa  
**REUR** ressonância da orelha externa  
**RR** - redução de ruído  
**TFOE** (*Transfer Function of the Open Ear*, ou Função de Transferência da Orelha Aberta)  
**TTS** -Mudança temporária de limiar  
**UNESP** – Universidade Estadual Paulista;  
**USP** – Universidade de São Paulo;  
**WHO** – World Health Organization;

## Resumo

Dentre os agentes nocivos à saúde, confere-se ao ruído, um dos mais presentes nos ambientes urbanos e sociais, principalmente nos locais de trabalho e nas atividades de lazer. Existem medidas eficazes para o controle do ruído e o Equipamento de Proteção Individual auricular (EPIa) é o mais utilizado na prevenção da Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR), sendo que, uma vez instalada, a perda auditiva é irreversível. A perda auditiva vem sendo estudada com forte afinco desde o final do século XIX, desde então, diversas áreas do conhecimento têm realizado estudos com o objetivo de diminuir ou extinguir o problema. O objetivo principal desse estudo, foi o de verificar o real nível de atenuação de ruído de 3 (três) Equipamentos de Proteção Individual auditivo, do tipo concha da marca 3M, modelo 1445, AGENA, modelo ARS e MSA, modelo SORDIN CC. A verificação foi realizada comparando-se o nível de redução de ruído (NRR), nas frequências de 250Hz, 500 Hz, 1KHz, 2KHz, 4KHz e 8KHz, apresentadas nos CA's (Certificado de Aprovação) dos equipamentos da amostra, com os valores coletados nesta pesquisa. Foi apurado através da metodologia aplicada, que nenhum dos 3 (três) Equipamentos de Proteção Individual Auditivo apresentaram os valores de atenuação contidos no Certificado de Aprovação, nas frequências estudadas.

## **Abstract**

Among the health harmful agents, it is conferred to the noise, one of the most presents in urban and social environments, mainly in workstations and the laser activities. There are efficient measures to control of the noise and the auricular Individual Protection Equipment is the most used to prevent of the Induced Auditory Loss by Noise, being that, once installed, the hearing loss is irreversible. The hearing loss has been studied with much dedication since the end of century XIX, since then, several areas of the knowledge have accomplished studies with the objective of decreasing or extinguishing problem. It has been observed the scarcity in the comfortable auditory products of individual and functionaries protection, related to durability, face to the efficient right of the equipment. The main objective of this studi, was to verity the real level of attenuation of noise of three Auditory Equipment Individual Protection, kind of shell of foam(3M), model 1445, AGENA model ARS and MSA, model SORDIN CC.

The verification was realized companing the level of reduction of noise(NRR), on frequencies of 250Hz, 500Hz, 1KHz, 2KHz, 4KHz and 8KHz, presented in the CA's (approval certificate/ licence) of equipment of specimen, with the valoures colecteds in this reserch. Was apurad through of metodology aplicade that none of 3(three) Auditory Equipment Individual Protection presented the values of attenuation cantained in the approval Certificate/ lincence, in the frequencies studiedes.

Aprovação: approval

Apuração: tabulation

## 1 INTRODUÇÃO

O avanço da tecnologia propiciou melhoria na qualidade de vida e bem estar geral à sociedade, provocando o desenvolvimento de novas máquinas, a descoberta de novos materiais e a modernização dos processos produtivos. Como conseqüência houve um aumento também, das fontes geradoras de ruído que chegam a ultrapassar o nível de pressão sonora de 85 dBA considerado pelos estudiosos como um valor limitante para não produzir danos irreversíveis ao sistema auditivo do homem quando exposto a 8 (oito) horas por dia, durante a sua vida laborativa.

Junto com a geração do ruído, começa-se a registrar no ser humano as primeiras conseqüências decorrentes da sua exposição, afetando a saúde e o comportamento humano, provocando reações psicológicas, fisiológicas e até patológicas.

Diariamente, pode-se estar exposto a elevados níveis de ruído, devido a grande concentração de veículos nas vias públicas, em indústrias, enfim no nosso dia a dia.

A exposição a níveis elevados de pressão sonora pode causar perdas auditivas irreversíveis e outros danos à saúde em geral, tornando-se imprescindível sua redução e controle. Portanto, todo esforço deve ser realizado para que ambientes e postos de trabalhos sejam adequados ao homem.

No Brasil, pesquisa informal realizada junto ao INSS (Instituto Nacional de Seguridade Social) mostrou que o governo não dispõe de estatísticas oficiais relativas ao número de trabalhadores expostos ao ruído. Este órgão governamental tentou consolidar seus dados sobre as doenças relatadas que não correspondiam aos CIDs (Cadastro Internacional de Doenças) indicados. Deste modo, os dados foram considerados não confiáveis.

É importante de se salientar, porém, de que a PAIR (Perdas Auditivas Induzidas por Ruído) tem sido reconhecida como uma das principais doenças ocupacionais, com uma crescente preocupação, por parte das empresas e pelos empregados, no controle desse agente insalubre.

Apesar do avanço tecnológico da engenharia de controle de ruído, ainda existem muitas situações e casos onde a redução de ruído não é economicamente viável. Na maioria dos casos práticos, são necessários um trabalho prolongado na fonte, até chegar ao limite de um nível de pressão sonora de 85 dB(A). Essas reduções podem ser através da modificação do processo e/ou substituição das máquinas. Nestes casos ou até que ações sejam tomadas para reduzir o ruído até o limite permitido, o protetor auditivo de uso individual se apresenta como única solução de imediato.

Muitos tipos e formas de protetores auditivos foram disponibilizados no mercado para uso de forma a satisfazer as mais diferentes situações. Protetores auditivos de uso individual, apresentam-se como um dos dispositivos mais comuns, econômicos e práticos para reduzir a dose de ruído, até que ações técnicas de controle do ruído sejam tomadas para reduzi-lo aos limites recomendados por norma.

Atualmente a informação fornecida pelos fabricantes e distribuidores de protetores auditivos corresponde às curvas de atenuação sonora obtidas para protetores novos, o que acarreta em uma superestimação da atenuação destes protetores.

O objetivo desta pesquisa é verificar os níveis reais de atenuação de protetores auriculares do tipo concha, utilizando-se um microfone sonda em uma cabina acústica.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para Fernandes (2002), os riscos ou agentes agressivos físicos a que os trabalhadores estão sujeitos, podem trazer ou ocasionar danos à saúde e/ou incolumidade física, em função de sua natureza, concentração, intensidade e tempo de exposição ao agente perturbador.

As doenças profissionais tem tido enorme prevalência no meio ambiente de trabalho, tendo se difundido a numerosos ramos de atividade.

Um dos agentes que os trabalhadores estão mais expostos seja no ambiente de trabalho, ou em seu dia-a-dia é o ruído. Com a finalidade de pleno entendimento deste trabalho, esta revisão enfocará o mesmo e suas conseqüências.

### 2.1 – RUÍDO

Na atualidade, o ruído tornou-se um dos agentes mais nocivos à saúde, sendo o grande responsável por uma série de alterações auditivas.

No entanto, segundo Camargo (1988), além desse fato subjetivo, existe o fato concreto, que é a intensidade real do som, ou seja, mesmo que determinadas pessoas não sejam perturbadas diante de sons muito intensos, certamente elas estão tendo seu órgão auditivo e seu organismo afetados, mesmo que não percebam imediatamente.

Ruído é uma palavra derivada do latim *rugitu* que significa estrondo. Acusticamente é constituído por várias ondas sonoras com relação de amplitude e fase distribuídas anarquicamente, provocando uma sensação desagradável, diferente da música (ALMEIDA et al. 2000).

O ruído, de um modo geral, pode ser definido como um som indesejável (COSTA e KITAMURA, 1995).

Tem-se a definição subjetiva do ruído como “toda sensação auditiva desagradável” (FERNANDES, 2002).

A Norma Brasileira (ABNT,1987) conceitua o ruído como "a mistura de tons cujas freqüências diferem entre si por valor inferior à discriminação (em freqüência) do ouvido".

Para Costa e Kitamura, (1995), ruído (ou barulho) é todo som inútil e indesejável, englobando neste conceito "um aspecto subjetivo de indesejabilidade, por ser o som assim definido desagradável ou por ser ele prejudicial aos diversos aspectos da atividade humana ou mesmo à saúde".

Fisicamente, define-se ruído como "*todo fenômeno acústico não periódico, sem componentes harmônicos definidos*" (FERNANDES, 2002).

O primeiro decreto que se conhece para a proteção humana contra o ruído no Brasil, é de 6 de maio de 1824, no qual se proibia "*o ruído permanente e abusivo da chiadeira dos carros de tração animal dentro da cidade*" (POLUIÇÃO SONORA, 2002).

Valle (1975) relatou que ruídos são sons desagradáveis e indesejáveis, podendo ser causa de inúmeros transtornos e atingindo, em casos extremos, o equilíbrio metabólico do ser humano com todas as conseqüências que possam daí advir.

Para Torreira (1997), 'ruído é um som indesejável e constitui uma mistura de sons cujas freqüências não seguem nenhuma lei precisa que diferem entre si, por valores imperceptíveis ao ouvido humano'. Já para Santos (1998), o ruído é um som perturbador do conforto acústico tais como os de impressoras, aparelhos domésticos, explosões, máquinas, aglomeração de pessoas e automóveis, portanto, indesejável.

Os ruídos a que um homem é submetido podem ser decompostos em um ruído de fundo, resultante de diversas fontes, e de ruídos de fontes bem definidas, que sobressaem em meio aos outros, afirma Torreira (1997). O homem tem a tendência de aceitar bem os ruídos de

fundo, quando estes apresentam características estáveis em freqüência e duração, e níveis relativamente baixos.

Fisicamente, sabe-se que o ruído é formado por um espectro de freqüências aleatórias, não harmônicas entre si, enquanto que um som complexo é formado por uma freqüência fundamental e seus harmônicos.

Para um som ser percebido, é necessário que ele esteja dentro da faixa de frequência captável pelo ser humano. Essa faixa segundo Sataloff (1980), em uma orelha normal varia em média de 20 a 20000 Hz.

As características fundamentais do ruído apresentado por Costa (1989) são:

**Intensidade sonora:** a intensidade sonora em um ponto de uma certa direção indica o fluxo energia sonora (potência) transmitido naquela direção através de uma área de superfície unitária perpendicular à própria direção.

**Pressão sonora:** refere-se ao valor das pressões que variam abaixo e acima da pressão atmosférica quando usado para medir ruído contínuo estacionário. Para ruídos intermitentes ou de impacto é descrita como valores de pico de pressão. A unidade mais utilizada para medir pressão sonora é no Newton por metro quadrado.

**Frequência:** indica o número e vibrações completas em um segundo e em ciclos por segundo ou Hertz.

A Norma ISO 2204(1973) classifica o ruído em relação ao seu nível de pressão sonora nos seguintes tipos:

a) Contínuo estacionário: ruído com variações de níveis desprezíveis durante o período de observação;

b) Contínuo não estacionário: ruído cujo nível varia significativamente durante o período de observação;

c) Contínuo flutuante: ruído cujo nível varia continuamente de um valor apreciável durante o período de observação;

d) Ruído intermitente: ruído cujo nível cai ao valor de fundo (ruído de fundo) várias vezes durante o período de observação, sendo o tempo em que permanece em valor constante acima do valor da ordem de segundos ou mais, podendo, para fins desta norma, ser assumido como contínuo;

e) Ruído de impacto: ruído que se apresenta em picos de energia acústica de duração inferior a um segundo em intervalos superiores a um segundo.

### **2.1.1 – Relação entre Ruído e P.A.I.R.**

Embora a doença ocupacional por ruído seja um problema de alta prevalência nos países industrializados, incluindo-se o Brasil, os estudos sobre a sua história natural são escassos, principalmente em nosso meio. Tanto nos Estados Unidos quanto na Europa, estes trabalhos receberam grande incentivo devido ao alto custo social e econômico que passaram a acarretar às indústrias na década de 40, devido aos constantes processos judiciais e indenizatórios (ALMEIDA et al, 2000).

Para Araújo (2002) a medição dos níveis de ruído nos postos de trabalho é importante para o redimensionamento da carga horária de trabalho em metalúrgica, assim como para a orientação do tipo de protetor auricular que deve ser utilizado.

O aumento do risco para ocorrência de perda auditiva induzida pelo ruído nos trabalhadores de metalúrgica é importante e ocorre principalmente quando não é realizado uso regular e correto de protetores auriculares, sendo necessário realizar campanhas de esclarecimento e motivação para o uso dos mesmos (ARAÚJO 2002).

Entende-se por PAIR as alterações dos limiões auditivos do tipo neurossensorial (surdez neurossensorial), decorrentes da exposição ocupacional sistemática a níveis de pressão sonora elevados. Esta tem como características principais a irreversibilidade e a progressão gradual com o tempo de exposição ao risco. A sua história natural mostra, inicialmente, o acometimento dos limiões auditivos em uma ou mais freqüências da faixa de 3.000 a 6.000 Hz. As demais freqüências poderão levar mais tempo para serem afetadas. Uma vez cessada a exposição, não haverá progressão da redução auditiva (BRASIL, 1998a).

Há importância em executar audiometrias ocupacionais nos trabalhadores de metalúrgica, para a prevenção e controle da PAIR e a real necessidade de avaliação das freqüências de 250, 500, 1000, 2000, 4000, 6000 e 8000 Hertz (BRASIL, 1998b).

Fernandes (2003) afirmou que embora não seja o método mais adequado de combate ao ruído, o protetor auricular é o Equipamento de

Proteção Individual Auditivo (EPI) mais usado para tentar prevenir a PAIR. Segundo o autor os dois principais tipos de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) disponíveis no mercado são os plugues e as conchas.

Os trabalhos científicos publicados até 1890 faziam descrições e observações apenas clínicas; pioneiramente, Habermann (1890) descreveu os achados anátomo-patológicos detectados na cóclea e nervo coclear de caldeireiros. Verificou a característica das degenerações das células situadas na porção basal da cóclea.

Wittmack (1907) foi o precursor dos estudos experimentais realizados com animais em laboratórios. Este autor descreveu a exposição de cobaias a ruídos breves e de alto nível de pressão sonora, estudando o resultado histopatológico.

Fowler (1928) marcou o início das investigações com a utilização do audiômetro. Originou-se de seus estudos, a famosa Tabela de Fowler.

Bunch (1937) realizou um estudo no qual definiu as características auditivas e clínicas das disacusias induzidas pelo ruído em trabalhadores. Destacou a natureza insidiosa do problema e a característica da lesão que acomete mais gravemente a frequência de 4000 Hz e a sua tendência de evolução atingindo outras frequências circunvizinhas.

Bunch (1937) ainda observou que os limiões tendem a recuperar-se na frequência de 8000 Hz. Verificou que as frequências graves, como 500 Hz, não eram afetadas e, quando ocorre tal fenômeno, a gravidade nunca atinge os níveis de 4000 Hz. Concluiu salientando sobre a necessidade de outros estudos referentes ao problema devido às implicações médico-legais que desencadeia, a fim de que o trabalhador receba um justo amparo legal e não se submeta apenas ao empirismo de advogados ou do empregador.

Este estudo marcou o final da década de 1930 nos Estados Unidos e é o reflexo da inquietação dos meios científicos, jurídicos e sindicais da época em relação à prevenção da doença.

Depois da primeira grande guerra, foi que se verificou o aumento das doenças profissionais, notadamente a surdez, além do aparecimento de outras moléstias devido ao desenvolvimento espantoso trazido pelo surto industrial (POLUIÇÃO SONORA, 2002).

Para Araújo (2002), a PAIR é consequência da exposição prolongada a um ambiente ruidoso, existindo dois aspectos fundamentais: as características do ruído e a suscetibilidade individual. A suscetibilidade individual está relacionada com o gênero, idade e doenças da orelha. O gênero masculino apresenta preponderância na incidência e no grau de perda auditiva. A idade é importante, pois os mais jovens e os mais idosos apresentam maior suscetibilidade.

Ainda, explicou que as doenças do ouvido como a disacusia neurosensorial de qualquer etiologia pode significar maior prejuízo ao paciente submetido ao ruído e conclui que os fatores que produzem surdez precoce em trabalhadores de metalúrgica, devido à perda auditiva induzida pelo ruído são o elevado índice de ruído no ambiente da indústria e a não-utilização regular dos protetores auriculares.

Segundo o mesmo autor existe uma relação importante entre as perdas auditivas obtidas nas audiometrias ocupacionais e os sintomas auditivos mais freqüentes como: dificuldade de compreensão da fala, hipoacusia neurossensorial, tinnitus, sensação de plenitude auricular, otorreia e tonturas.

Almeida (1950) fez um mapeamento de risco nos escritórios da estrada de Ferro Sorocabana e, mencionou não apenas que a lesão auditiva advinda da exposição ao ruído, mas destacou os efeitos estressantes deste agente. Correlacionou este fator com o absenteísmo na empresa.

Nos estudos de Taylor (1964) 251 trabalhadores aposentados durante a sua vida ocupacional estiveram expostos a níveis de 99 a 102 dB. Verificou-se a deterioração da audição nos primeiros 10 a 15 anos de exposição seguidos por um período de 10 anos no qual a lesão atribuída ao ruído é pouco significativa, embora entre 20 e 25 anos de exposição sejam observadas degenerações dos limiares que atingem a freqüência de 2000 Hz.

O estudo de Miranda et al (1999) avaliou a prevalência de PAIR entre trabalhadores do setor de transporte da região metropolitana de Salvador, BA e corroborou os estudos de Talamini (1994) em Curitiba que também havia verificado a prevalência de PAIR em motoristas de ônibus.

De acordo com National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH, 1996), o ruído é um dos maiores problemas de saúde nos EUA, uma vez que aproximadamente 30 milhões de trabalhadores estão expostos a níveis de ruído prejudiciais a audição no ambiente de trabalho.

Casali (1994) afirmou que são mais de 9 milhões de trabalhadores americanos com perda auditiva. Nos países em desenvolvimento a situação é geralmente pior, pois são comuns níveis muito altos de ruído aos quais os trabalhadores são expostos, sem nenhum controle.

Osguthorpe e Klein (1989) detalharam, especificamente, o problema da disacusia neurossensorial por ruído e o trauma acústico ocupacional quanto à avaliação Médico-Legal. As normatizações propostas são os critérios mínimos adotados nos estados da Federação Norte-Americana.

Lim & Stephens (1991), ao estudarem a prevalência de perdas auditivas relacionadas com o idoso, encontraram como fatores responsáveis pelas queixas 11,25% de disacusias por exposição ou ruído.

Pereira (1978) realizou um estudo epidemiológico em trabalhadores metalúrgicos. Propôs uma classificação da lesão em conformidade com o nível dos limiares. Observou que a prevalência de perda auditiva naquele grupo de trabalhadores era de 53,1%.

Existe consenso na literatura de que o tempo atuando em ocupações de exposição a ruído está associado ao aparecimento da PAIR. No estudo realizado por Cordeiro et al (1994) com motoristas de ônibus em Campinas foram encontradas associação positiva entre a PAIR e o tempo acumulado de trabalho com exposição a ruídos.

### **2.1.2- Efeitos do Ruído no Trabalhador**

A perda auditiva é decorrente da exposição a níveis de ruídos inadequados, a qual se manifesta, sobretudo, na estrutura nervosa do órgão de Corti.

Valle (1975) afirma que além dos efeitos maléficos sobre a saúde, os ruídos afetam diretamente a produtividade de operários sujeitos por longos períodos à sua influência em ambientes confinados. Essa influência nociva

sobre a produtividade poderá ser mais grave em atividades que requerem concentração mental e continuidade nas operações, o que é válido especialmente para serviços administrativos, seções de projeto e locais de atendimento médico e social na indústria.

Segundo Merluzzi (1981), os sintomas da perda da audição evoluem, passando por quatro períodos:

a) Aparecimento de zumbido acompanhado de dores de cabeça, fadiga e tontura;

b) Período de adaptação, onde os sintomas parecem ter desaparecidos;

c) Dificuldade em escutar sons agudos, como as últimas palavras de uma conversação;

d) Prejuízo da comunicação oral devido o alto grau do déficit auditivo e, em alguns casos, aparecimento de zumbido persistente que dificulta o sono.

Já em Melnick (1985), os efeitos do ruído na audição podem ser divididos em três categorias:

**Mudança temporária de limiar (TTS):** caracteriza-se por ter efeito de curto prazo que depende da suscetibilidade individual do tempo de exposição, intensidade e frequência do ruído. A queda no limiar retorna gradualmente ao normal quando cessa a exposição.

**Trauma acústico:** trata-se de perda auditiva súbita em função de uma exposição repentina a um ruído muito intenso. Como consequência, aparece zumbido imediato, rompimento da membrana timpânica, hemorragia e danos à cadeia ossicular.

**Mudança permanente de limiar (PTS):** decorrente de um acúmulo de exposição a um ruído repetitivo por um período de muitos anos.

A exposição excessiva ao ruído pode causar muitos problemas à saúde, além disso, altos níveis de ruído interferem na comunicação, podendo causar acidentes. Entretanto, a perda de audição pode ser evitada através de medidas preventivas eficientes e programas de controle, protegendo assim o bem estar e a saúde do trabalhador (CASANOVA, 2002).

De acordo com a OMS - Organização Mundial da Saúde (1995), a exposição excessiva ao ruído pode causar muitos problemas à saúde, tais como:

estresse auditivo sob exposições a 55 dB;

reações físicas: aumento da pressão sanguínea, do ritmo cardíaco e das contrações musculares, aumentam a produção de adrenalina e outros hormônios, etc;

reações mentais e emocionais: irritabilidade, ansiedade, medo, insônia;

reações mentais e emocionais: irritabilidade, ansiedade, medo, insônia, etc.

reações generalizadas ao stress.

Muitos estudos enfocam os efeitos do ruído sobre o homem. Glorig e Davis (1963), mostraram os perigos da exposição de trabalhadores a ruídos impulsivos. Usou como metodologia à análise do TTS de pessoas submetidas a altas intensidades sonoras (150 a 159 dB, impulsos) e, concluiu a necessidade de serem criados critérios para cada tipo de ruído impulsivo; Hammarfors e Kajland (1963) fizeram uma revisão crítica dos efeitos do ruído impulsivo e mostraram os efeitos nos audiogramas, a TTS, a relação com o número de impulsos e apresentaram a técnica de mesma energia, como o mais recente desenvolvimento na área. Morata e Carnicelli (1988), apresentaram os efeitos do ruído na saúde de trabalhadores, listando todos os fatores fisiológicos influenciados pelo barulho. Beranek (1969), mostrou os efeitos do ruído de baixa frequência, obtendo a máxima perturbação em frequências entre 80 e 250 Hz. Fernandes (1991) em seu trabalho “Avaliação dos Níveis de Ruídos em Tratores Agrícolas e seus Efeitos sobre o Operador” relatou que essa banda de frequência é típica de ruído de motores.

Segundo Fernandes (1991) o efeito do ruído sobre o homem pode ser dividido em duas partes: os que atuam sobre a saúde e bem estar das pessoas e os efeitos sobre a audição.

As alterações fisiológicas, bioquímicas e cardiovasculares provocadas pelo ruído sobre a saúde e bem estar das pessoas são:

Dilatação das pupilas, hipertensão sanguínea e reação da musculatura do esqueleto caracterizada por alterações fisiológicas reversíveis.

Mudança na produção de cortisona, na produção de hormônios da tireóide e na proteína do sangue, que são as alterações bioquímicas.

Aumento do nível das pressões sanguíneas – Sístole e Diástole e hipertensão arterial que são as alterações cardiovasculares.

Ainda segundo Fernandes (1991), os efeitos do ruído sobre a audição podem acentuar-se durante o sono provocando aumento da frequência cardíaca e vasoconstrição periférica, movimentação do corpo, diminuição do sono, mudança na disposição e no rendimento do trabalhador no dia seguinte, com isso aumentando o risco de acidentes.

De acordo com Torreira (1997), outros efeitos do ruído podem ser: perda da inteligibilidade de mensagens acústicas, diminuição do número de palavras entendidas durante uma conversa. Ruídos excessivos durante a gravidez estão vinculados à perda de peso do feto. Os efeitos do ruído podem manifestar-se no comportamento social dos indivíduos, distraí-los nas suas atividades, sofrer dores de cabeça, irritabilidade e fadiga, bem como outros comportamentos anormais. Não sendo adotadas as medidas de controle com relação ao elevado nível de ruído, são esperados os seguintes efeitos nocivos à saúde: perda da acuidade auditiva, alteração irreversíveis no sistema auditivo, interferência na comunicação verbal, direta ou indiretamente, desconforto, efeitos não auditivos no organismo, hipoacusia neurosensorial a níveis elevados, insônia, abortos, irritabilidade, desencadeamento de crise epilépticas, fadiga fácil, etc. e, por outro lado, até 25 dB o homem perde pequenos sons de fundo (chuveiro, geladeira), acima de 25 dB sente dificuldades na conversação e superando os 50 dB, causa muitos problemas no sistema auditivo do ser humano. (FERNANDES, 1991).

## **2.2 – SISTEMA AUDITIVO**

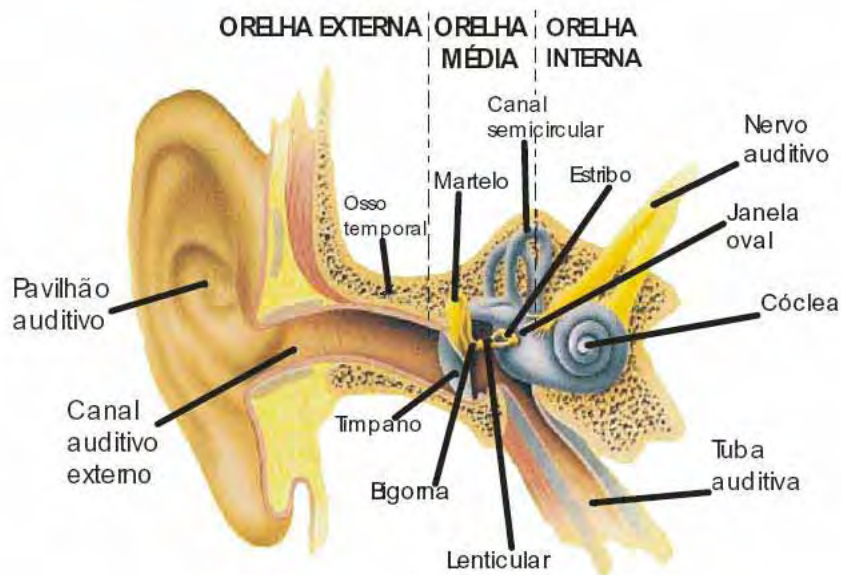
Conforme Bastos (2005) audição é um dos principais recursos sensoriais, crucial para o desenvolvimento de habilidades lingüísticas, comunicativas e sociais. É um processo complexo que se inicia com a captação de ondas vibratórias e termina em atividades celulares específicas no córtex auditivo.

Compreender as ações celulares e sinápticas envolvidas na decodificação das características tão peculiares do estímulo sonoro não é

uma tarefa simples. Habilidades complexas envolvem uma combinação de eventos muitas vezes difíceis de serem distinguidos e analisados de maneira isolada.

O sistema auditivo periférico é composto por 3 partes, chamadas orelha externa, média e interna (Figura 01).

A orelha externa é composta pelo pavilhão auditivo, meato acústico externo (canal auditivo) chegando até a membrana do tímpano. A orelha média inicia no tímpano e vai até a orelha interna, na cóclea, possuindo três ossículos: martelo, bigorna e estribo. A partir da cóclea, fazem parte da orelha interna também os canais semicirculares e o nervo auditivo que transmite os sinais ao cérebro.



**Figura 1 – Sistema Auditivo Periférico**  
**Fonte: Bastos 2005**

A orelha externa funciona como captador das ondas sonoras normalmente através do ar, que após passar pelo pavilhão auditivo é conduzido através do meato acústico externo (MAE), cujas ondas fazem a membrana timpânica vibrar. A pressão nas duas faces da membrana timpânica se mantém em equilíbrio através do tubo auditiva, formado por um canal que liga a orelha média à laringe, protegendo-a para que não se

rompa sempre que ocorram pressões muito elevadas como a explosão de uma bomba.

Na orelha média, o som se transmite no ar através do movimento de três ossículos, suportados por dois pequenos músculos. Seu funcionamento ocorre através da captação das vibrações da membrana timpânica, e pelo seu movimento possibilita a amplificação do som em até 22 vezes, antes de chegar à outra membrana fina na janela oval da cóclea, na orelha interna. As pressões sonoras que antes movimentavam-se no ar, passam a mover-se em um meio líquido, a perilinfa e a endolinfa, que preenchem os três canais dentro da cóclea. (BASTOS, 2005)

A cóclea tem o formato de um caracol com duas voltas e meia a partir do modíolo. Em seu interior estão distribuídas três (3) rampas: rampa vestibular, rampa média e rampa timpânica (Figura 2). As rampas vestibular e timpânica são preenchidas por um líquido denominado perilinfa e a rampa média por endolinfa. As rampas são delimitadas por duas membranas: membrana basilar (rampa timpânica e rampa média) e membrana tectória (rampa vestibular e rampa média). Ancoradas na membrana basilar estão as células ciliadas externas e internas (Figura. 2b). As células ciliadas externas (CCE) estão dispostas em três filas num total entre 10.000 e 14.000 unidades, enquanto as células ciliadas internas (CCI) estão organizadas em uma fileira. [BOSSO, 2007]

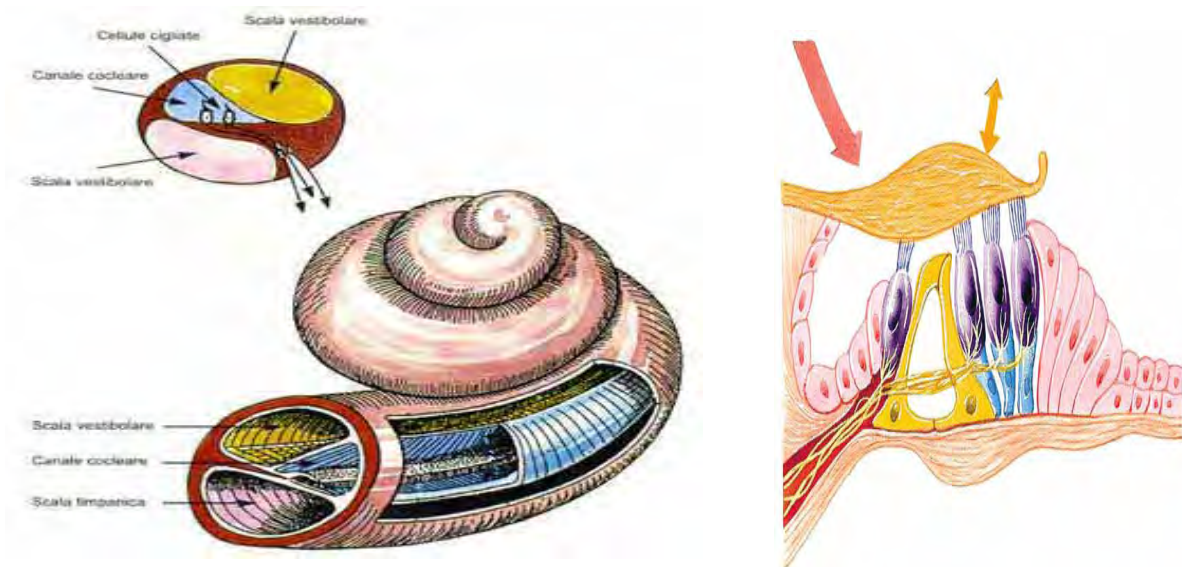
Através das células ciliadas, ao longo do duto coclear, ocorre a captação dos movimentos que são transformados em sinais elétricos e transmitidos ao córtex, no cérebro, através do nervo auditivo onde são decodificadas em sensações sonoras.

Outra função da orelha interna é a de zelar pelo equilíbrio do corpo, através do sistema vestibular composto por três canais semicirculares preenchidos com um líquido, a endolinfa, onde se encontram imersos pequenos sensores, os otólitos cuja função é a de informar o cérebro quando ocorrem movimentos ou alterações no seu ponto estático.

### 2.2.1 – Percepção Sonora

Os movimentos mecânicos produzem flutuações da pressão no meio que ocorrem, gerando a propagação do som na forma de ondas até atingir a orelha, que os transmite ao cérebro, que por sua vez os decodifica produzindo uma sensação sonora.

Um som é caracterizado através de três variáveis: frequência, intensidade e tempo de duração.



2A

2b

**Figura 2 – Cóclea: 2a – corte transversal mostrando as rampas timpânica, média e vestibular; 2b – destaque para as células ciliadas ancoradas na membrana basilar na rampa média.**

**Fonte: Bosso 2007**

### 2.2.1 – Percepção Sonora

A orelha humana é capaz de perceber frequências de 20 a 20.000 Hz, cuja sensibilidade está associada a cada indivíduo de acordo com sua idade.

O nível do som depende da energia das oscilações, sendo definida em termos de potência por unidade de área. Como o espectro audível é muito grande, convencionou-se usar uma relação logarítmica, o decibel (dB) para reduzir o tamanho dos valores apresentados. E quanto ao tempo de duração do som que é medido em segundos, este apresenta dificuldade de percepção quando for de curta duração, menor do que 0,1 segundos, aparentando ser diferente daqueles de longa duração, acima de 1 segundo.

A Figura 3 ilustra a relha humana e representa fisicamente seu funcionamento (RIFFEL,2001).

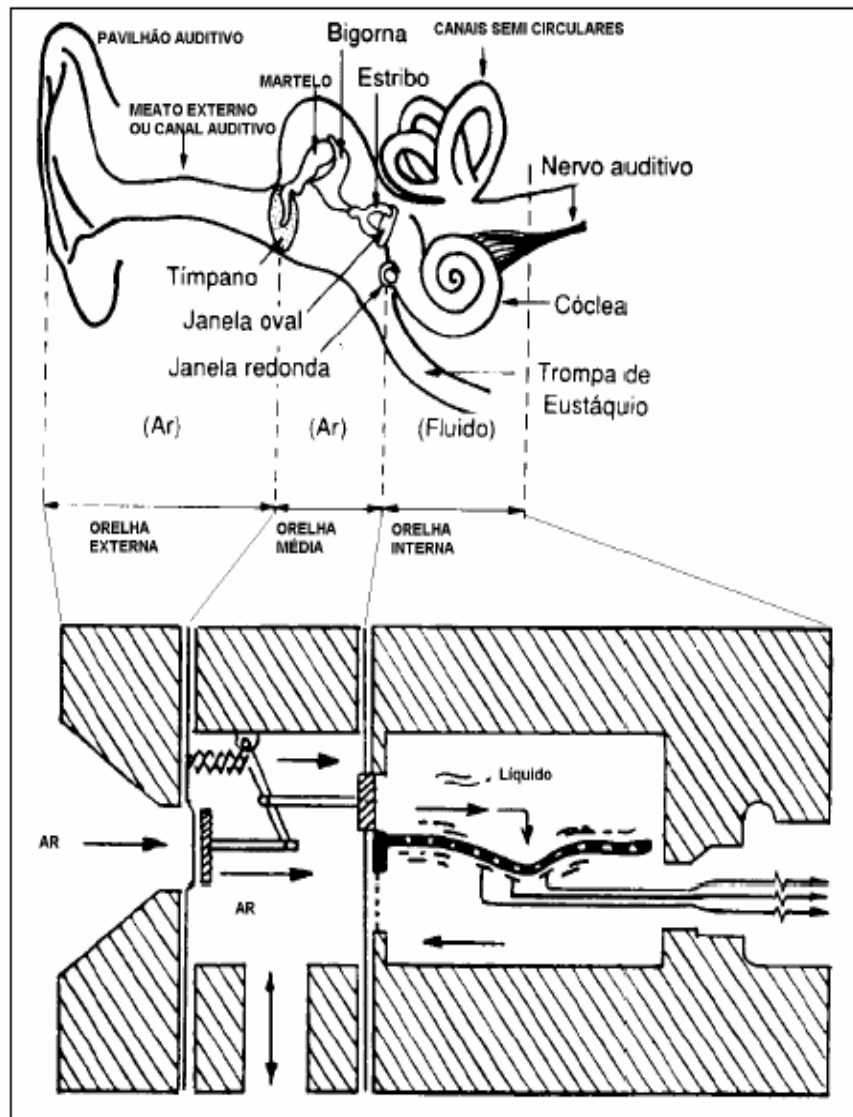
### **2.2.2 – Perda da Audição**

As perdas auditivas ou redução na sensibilidade auditiva podem ocorrer de maneira natural, chamadas de Presbiacusia ou provocadas pela exposição prolongada ou não, a altos níveis de ruído.

De maneira natural, como tudo envelhece, o ouvido humano também apresenta alterações sistemáticas de perdas com o passar dos anos, que podem atingir partes ou todo o sistema auditivo. A área médica tem realizado estudos envolvendo a cóclea, e como não é o tema principal deste trabalho, será limitado a um comentário sobre o seu funcionamento e a relação com as perdas auditivas provenientes dos ruídos nas altas freqüências.

A Figura 4 apresenta uma planificação da cóclea (caracol) e as freqüências envolvidas ao longo do seu plano, onde observamos que as freqüências mais altas situam-se no início da cóclea e as freqüências mais baixas mais ao final. Assim, na janela oval, onde o estribo apoia-se a excitação apresenta sua maior intensidade, provocando mais movimento no canal vestibular e com isto o rompimento das células ciliadas, responsáveis pela captação dos movimentos que serão transformados em sinais elétricos enviados ao cérebro.

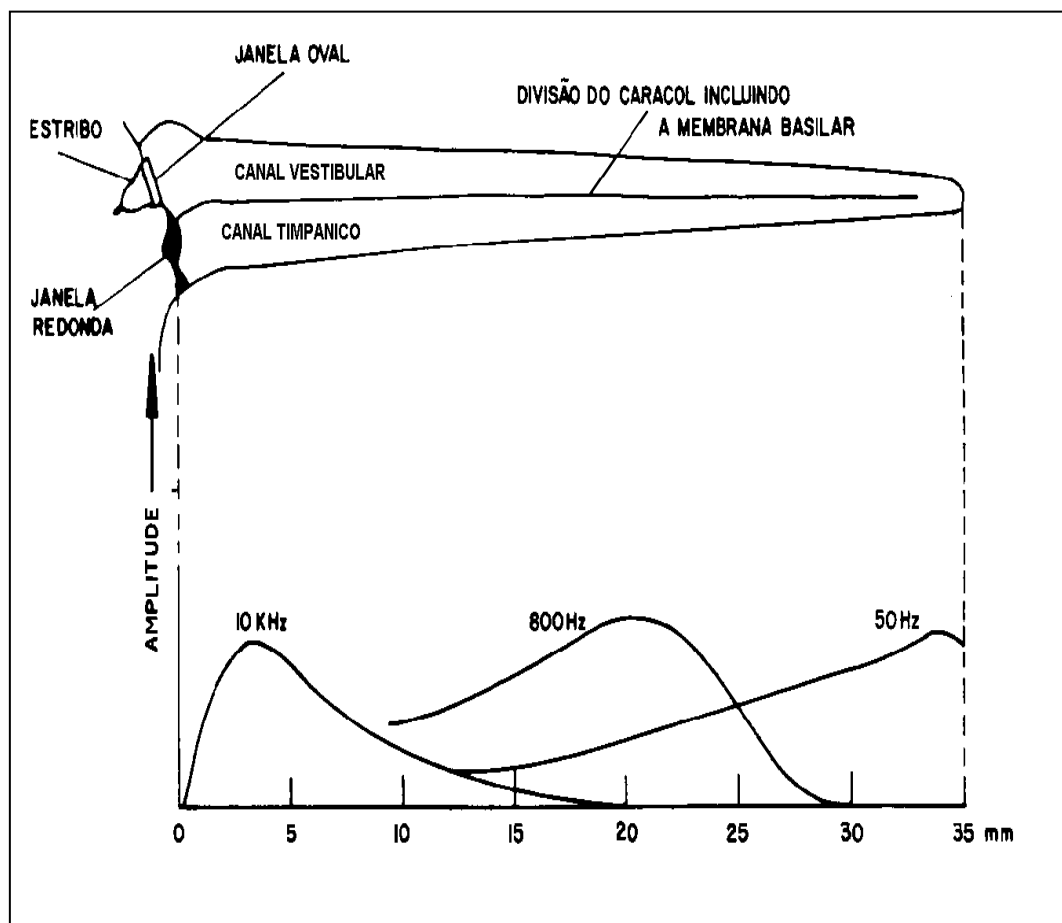
Como estas células são altamente sensíveis e frágeis, elas se rompem facilmente sem que haja reposição, apresentando perdas irreversíveis nas frequências mais altas, entre 4 e 6 kHz, atingindo posteriormente as frequências utilizadas na conversação humana (500 Hz à 2000 Hz). Sempre que se observar o resultado de uma audiometria tonal, com os limiares auditivos de uma pessoa, é comum que elas apresentem diminuição da acuidade auditiva nas frequências mais altas, especialmente nas pessoas mais idosas.



**Figura 3: Ouvido humano e a representação física do seu funcionamento.**

**Fonte: Riffel, 2001**

O excesso de exposição a ruídos na área industrial, também apresenta resultados semelhantes de perdas auditivas neurossensoriais, devido à elevada intensidade sonora por longo período. Em determinados casos, a orelha humana possui um sistema de recuperação auditiva quando ocorrem perdas temporárias, conhecidas por -TTS (Temporary Threshold Shift) ou Mudança Temporária do Limiar. Assim quando se expõe a elevados níveis de ruído e quando se afasta da fonte de ruído, sente-se a sensação de se estar um pouco surdos, mas no dia seguinte há a sensação de recuperação. Caso esta situação torne-se rotineira, o retorno à condição anterior, pode não mais acontecer nos mesmos níveis e como este é um processo cumulativo, o retorno pode não mais ser no mesmo nível, mas um pouco acima. Isto ocorre com um trabalhador exposto diariamente a altos níveis de ruído, sem o uso da devida proteção auditiva. (RIFFEL,2001).



**Figura 4: Ouvido humano e a representação física do seu funcionamento.**

**Fonte:Riffel,2001**

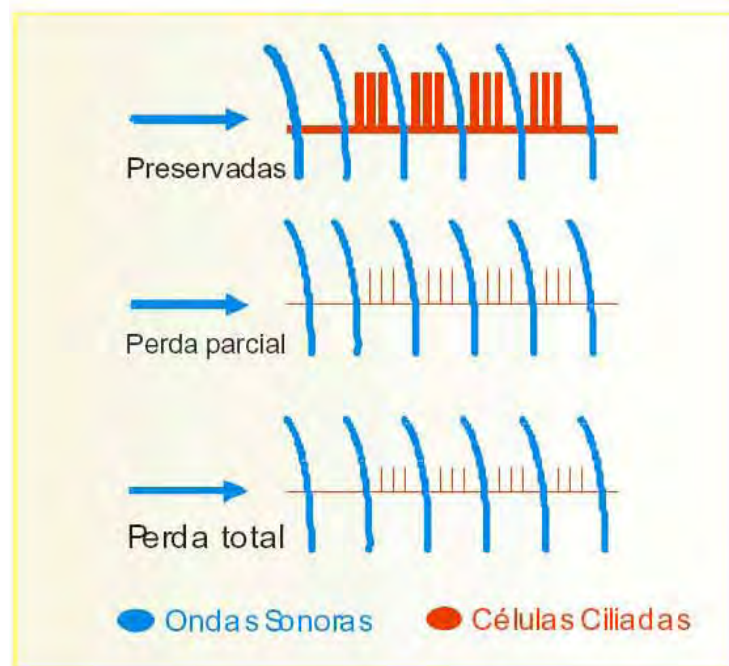
Em síntese, o aparelho auditivo (orelha) é dividido basicamente em orelha externa, orelha média e orelha interna. A parte visível é a orelha externa e corresponde à orelha e o meato aditivo externo. O tímpano, os ossículos, janela oval, estribo, tuba auditiva e o mastóide correspondem à orelha média, ainda a cóclea com suas células ciliadas e o labirinto formam a orelha interna.

Para escutar, ondas sonoras entram pelo orelha até atingirem o tímpano e esta membrana muito fina e móvel, começa a vibrar fazendo com que os ossículos atrás do tímpano se movam e transmitam, por sua vez, essa vibração para a membrana que se encontra encostada no estribo.

O movimento faz vibrar a membrana da cóclea que contém milhares de células ciliadas conectadas a nervos, então o cérebro recebe estes impulsos transmitidos pelos nervos e dá-se a audição.

A Figura 5 apresenta as células ciliadas dentro da cóclea, que transformam a vibração sonora em impulsos nervosos.

As **células ciliadas**, com a exposição do ruído intenso e contínuo, entram em fadiga e perdem a sua função, causando uma perda auditiva irreversível, por não serem regeneráveis (Figura 05). (BASTOS, 2005)



**Figura 5 –Fadiga das células ciliadas**  
**Fonte: Bastos, 2005**

### **2.3 – PROTETORES AURICULARES**

Para combater o ruído que ameaça e induz a perda de audição causada pelo ruído ambiental intenso, tem-se utilizado desde a década de cinquenta, os dispositivos de proteção auditiva (protetores auditivos).

Aproximadamente nesta mesma época, foram implantados nas forças armadas dos Estados Unidos, os primeiros programas de conservação auditiva. Em 1971 com a aprovação das normas de ruído pela Administração de Saúde e Segurança Ocupacional (OSHA) e em 1983 com a emenda OSHA sobre conservação auditiva, o uso dos protetores auditivos tem aumentado nos ambientes industriais dos Estados Unidos (OSHA, 1971; CASALI e BERGER, 1996).

Embora seja o ruído um dos agentes mais comuns nos locais de trabalho e existirem medidas eficazes no seu controle, os equipamentos de proteção individual auricular (EPIAs) são os mais utilizados na prevenção da PAIR.

O controle individual da exposição ao ruído pelo uso de protetores implica uma série de vantagens e desvantagens, no entanto o uso constante do protetor auditivo durante a jornada de trabalho é muito importante.

Santos et al. (1996) afirmaram que o senso comum sugere sempre o uso de protetores auriculares para evitar os efeitos do ruído. Nas discussões diárias entre trabalhadores e empresários e nas ações dos serviços que avaliam os ambientes de trabalho, a tônica é a discussão entre medidas coletivas versus medidas individuais, estas sempre preferidas pelas empresas, apesar de referirem pouca adesão dos trabalhadores.

O protetor auditivo segundo SANTOS (1996) é um dispositivo que pode ser usado sobre as orelhas ou inserido no canal auditivo com a finalidade de impedir a passagem do ruído que chega até aos sensíveis mecanismos da audição.

É comum se usar o termo atenuação para especificar o quanto um protetor auditivo protege a audição, porém a atenuação pode ser referente à perda por inserção, redução de ruído ou perda por transmissão, tais termos são usados quando se deseja resultados mais apurados.

Os protetores, quando usados por trabalhadores em empresas, nem sempre atingem a máxima atenuação que eles oferecem. Alguns fatores alteram os resultados esperados sejam eles de origem física ou ergonômica, ou ainda: a aceitação e motivação do trabalhador para usá-lo, o ajuste físico e a sua correta colocação, o tempo de uso durante o período que esteja exposto ao ruído, aos problemas de comunicação verbal, além do desconforto causado pelo seu uso (RIFFEL,2001).

### **2.3.1 – Classificação quanto ao tipo de Protetores Auriculares**

Os dispositivos de proteção auditiva são usados normalmente em empresas industriais, órgãos do governo e militares, em atividades esportivas e de recreação, enfim, em todos os lugares onde os níveis de ruído são elevados e podem prejudicar o sistema auditivo das pessoas. (BERGER,1998, apud, RIFFEL,2001)

Os tipos de protetores auditivos convencionais classificam-se em tipo plug e tipo concha. (Figura 6).

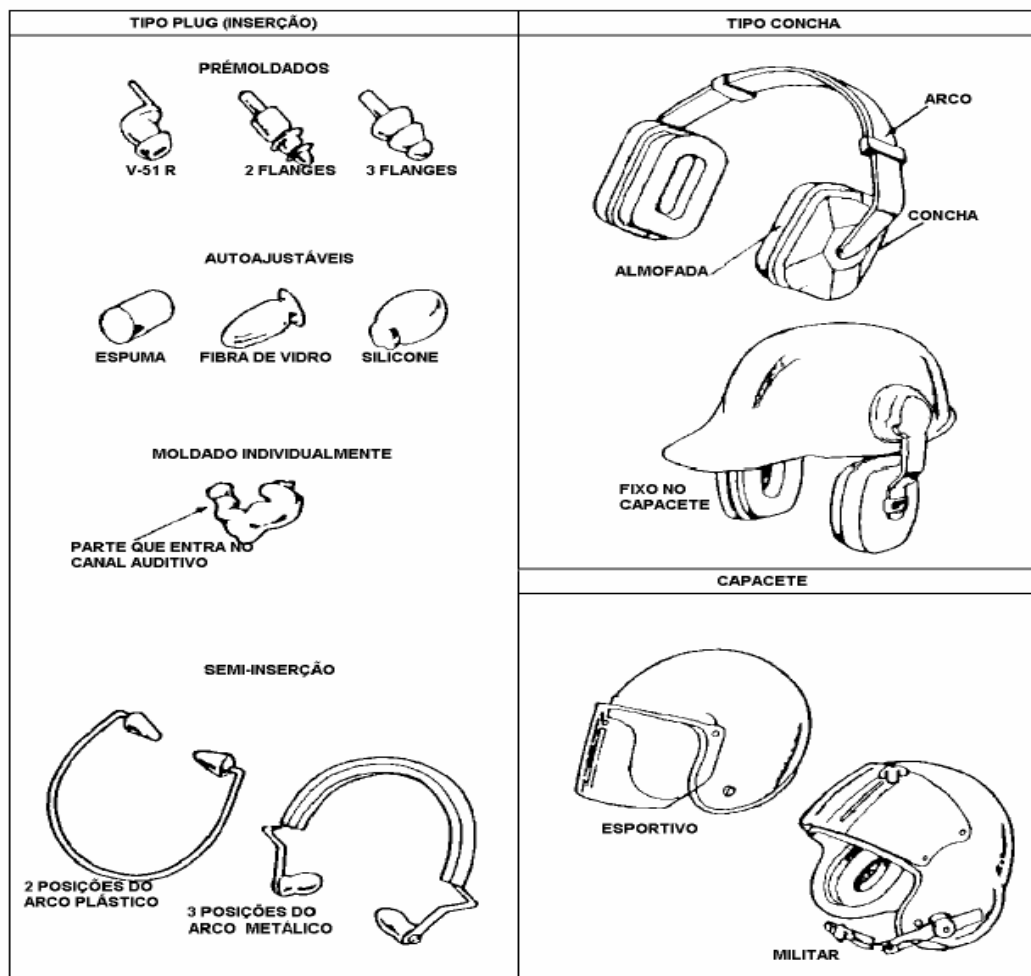
Normalmente os protetores auditivos apresentam valores de atenuação obtidos em testes realizados em laboratório sob condições próximas do ideal. A atenuação da maioria dos protetores é maior nas frequências mais elevadas.

Portanto, a redução do nível sonoro na curva de compensação A, com o uso de um protetor auditivo, diminui na proporção da energia das baixas frequências que chegam ao orelha, quando geralmente ocorre aumento do espectro sonoro. A Figura 7 apresenta as faixas dos valores de atenuação mínimos e máximos, esperados em dB, de diversos tipos de protetores, quando ensaiados em laboratório, podendo ser alterado em função de cada fabricante. (BERGER,1998,apud RIFFEL,2003) .

#### **2.3.1.1 – Protetores tipo Concha**

São chamados protetores do tipo concha aqueles dispositivos colocados externamente sobre os pavilhões auriculares (orelhas) normalmente fixos por uma haste ou arco sobre a cabeça.

A atenuação dos protetores tipo concha depende de diversos fatores como do projeto, do material que é construído, incluindo a força do arco, o volume e a massa da concha além da área da sua abertura. A atenuação da maioria dos protetores tipo concha a 2000 Hz, aproxima-se do limite imposto pela condução óssea, ou seja, de 40 dB, diminuindo 9 dB por oitava de 1000 Hz a 125 Hz, e de aproximadamente 35 dB para as frequências acima de 2000 Hz.



**Figura 6: Classificação dos dispositivos de Proteção Auditiva**

**Fonte: Berger, 1998, apud Riffel, 2001**

Vieira (2003), classificaram os protetores extra-auriculares tipo concha sendo estes formados por duas conchas atenuadoras de ruído, colocadas em torno dos ouvidos e interligadas através de um arco tensor. Essas conchas:

1 – Devem possuir bordas revestidas de material macio para permitir um bom ajuste na região da orelha.

2 - A haste pode ficar posicionada sobre a cabeça, atrás da cabeça ou sob o queixo.

3 - Possuem atenuação média de 20 a 40 dB, concentradas nas frequências médio-altas.

Esse tipo de protetor é inadequado para exposição contínua, onde o pressionamento da área circum-auditiva apresenta grande desconforto, sendo provável a não utilização do protetor durante toda a jornada.

**Os protetores extra-auriculares tipo concha possuem vantagens como:**

1- eliminam ajustes complexos de colocação, podendo ser colocados em qualquer pessoa;

2- pelo seu tamanho, podem ser visualizados à distância, permitindo tomar providências para realizar a comunicação oral;

3- pelo mesmo motivo, torna-se fácil a fiscalização do seu uso correto;

4- podem ser ajustados, mesmo utilizando-se luvas;

5- são confortáveis em ambientes frios;

6- no caso do uso de capacete ou protetor facial, devem ser acoplados pelo fabricante;

7- custo inicial de implantação é maior do que os intra-auriculares, mas sua vida útil é longa e há peças de reposição;

8- fácil remoção, caso o usuário circule em áreas com freqüentes variações do nível de pressão sonora;

9- recomendados para áreas não-limpas.

**E possuem desvantagens das quais:**

1- dependendo do modelo pode interferir com o uso de óculos e com máscaras de soldador;

2- acarretam problemas de espaço em locais pequenos ou confinados;










- 3- muito desconfortáveis em ambientes quentes;
- 4- pelo peso do protetor também geram desconforto.

### **2.3.1.2 – Protetores tipo Plug ou Inserção**

Segundo Riffel (2001) os protetores tipo plug ou inserção são dispositivos especiais com a função de reduzir o ruído que chega até a orelha média, quando inseridos no canal auditivo humano.

Os valores de atenuação dos protetores do grupo de inserção são similares, sendo em torno de 25 dB para as freqüências até 1000 Hz, chegando a 40 dB para as freqüências acima. Os pré-moldados podem apresentar em 125 Hz , 250 Hz e acima de 2000 Hz atenuação similar ao tipo concha, sendo abaixo nas freqüências intermediárias. Os protetores auto ajustáveis assumem a forma do meato acústico externo no momento em que são introduzidos no meato acústico externo, sendo normalmente de algodão/cera ou silicone moldável. Os de espuma, são amassados com os dedos antes de serem introduzidos no canal auditivo e após alguns segundos ele lentamente retoma a forma original, moldando-se dentro do canal. Este é um tipo de protetor que oferece uma das melhores proteções individualmente, com atenuação de 30 a 45 dB para freqüências acima de 1000 Hz, e de 20 a 40 dB nas freqüências abaixo de 2000 Hz, dependendo da profundidade da inserção.

Nudemann et al (1997), citado por Vieira (2003), ainda descreve os protetores intra-auriculares, ou de inserção ou tampões, como estes protetores colocados no interior do meato acústico externo da orelha, e devendo ser fabricados por material elástico, não tóxico, e, se pré-moldados, em vários tamanhos, com superfície lisa, sem reentrâncias, permitindo a limpeza com água e sabão neutro.

TIPO DO PROTETOR	Banda de 1/3 de oitava, nas frequências central, [Hz]						
	125	250	500	1000	2000	4000	8000
 Protetor tipo Plug (prémoldado e autoajustável)	10-30	10-30	15-35	20-35	20-40	30-45	25-45
 Protetor tipo Plug de espuma (varia com a colocação do protetor)	20-35	20-35	25-40	25-40	30-40	40-45	35-45
 Tipo Plug (moldado individualmente)	5-20	5-20	10-25	10-25	20-30	25-40	25-40
 Tipo Plug de semi-inserção (ou dispositivo semiaural ou capa do canal)	10-25	10-25	10-30	10-30	20-35	25-40	25-40
 Tipo concha (com ou sem os equipamentos de comunicação)	5-20	10-25	15-30	25-40	30-40	30-40	25-40
 Tipo plug e tipo concha (em conjunto)	20-40	25-45	25-50	30-50	35-45	40-50	40-50
 Redução ativa de ruído com arco				Semelhante ao tipo concha 1000 Hz			
	15-25	15-30	20-45	25-40	30-40	30-40	25-40
 Capacete de uso militar	0-15	5-15	15-25	15-30	25-40	30-50	20-50
 Capacete de motociclista	0-5	0-5	0-10	0-15	5-20	10-30	15-35

**Figura 7: Valores Médios de Atenuação de Protetores Auditivos**

**Fonte: Berger, 1998, apud Riffel, 2001**

**São divididos em três tipos:**

1. Pré-Moldados (borracha, silicone, plástico, etc.);
2. Automoldável (espuma plástica, algodão parafinado, fibra de vidro);
3. Moldável (tipo borracha de silicone), moldado individualmente no meato acústico externo do trabalhador.

**Estes protetores possuem vantagens como:**

- fáceis de carregar;
- permitem o uso de óculos e de qualquer outro EPI (capacete, protetor facial, máscara de solda etc.);
- custo inicial de implantação é baixo, embora sua vida útil seja curta;
- seu uso não é afetado pela temperatura ambiente.

**Possuem desvantagens tais como :**

- fáceis de perder e esquecer;
- não sendo vistos, dificultam a fiscalização do uso;
- devem ser limpos e higienizados freqüentemente;
- dependendo do tipo, exige disponibilidade de vários tamanhos conforme o meato auditivo externo;
- difíceis de manipular com luvas ou com mãos sujas;
- podem causar lesão no conduto auditivo.

**2.3.1.3 – Protetores tipo Semi-Inserção**

Os protetores de semi-inserção apresentam uma extensa faixa de desempenho em todas as freqüências, apresentando atenuação de aproximadamente 20 dB para as freqüências abaixo e de 35 dB para acima de 2000 Hz.

Já os protetores de semi-inserção são compostos por dois obturadores do meato acústico externo (sem que haja penetração) e uma haste plástica tensora, que oferece uma compressão dos obturadores sobre o meato auditivo externo. Este tipo de protetor é muito pouco utilizado.

### **2.3.2 – Vedação Sonora**

O desempenho de um protetor auditivo depende especialmente de como ele se encontra instalado na orelha e da maneira correta de sua colocação, devido a vazamento do som para a orelha interna - mesmo quando o protetor estiver colocado de forma correta normalmente ocorrem vazamentos do som através de quatro maneiras principais como mostrado nas figuras 8 e 9, com as letras A,B,C, e D.

1) Vedação por ar entre o protetor e a pele (A).

Quando um protetor é colocado ele assenta sobre uma fina película de ar que fica entre ele e a pele (não existe uma vedação perfeita), podendo apresentar perda na atenuação de 5 a 15 dB sobre a faixa das frequências maiores, variando a atenuação com o tamanho da fenda e da frequência.

2) Vibração do protetor auditivo (B).

O protetor pode vibrar na forma de um pistão porque o canal auditivo é flexível.

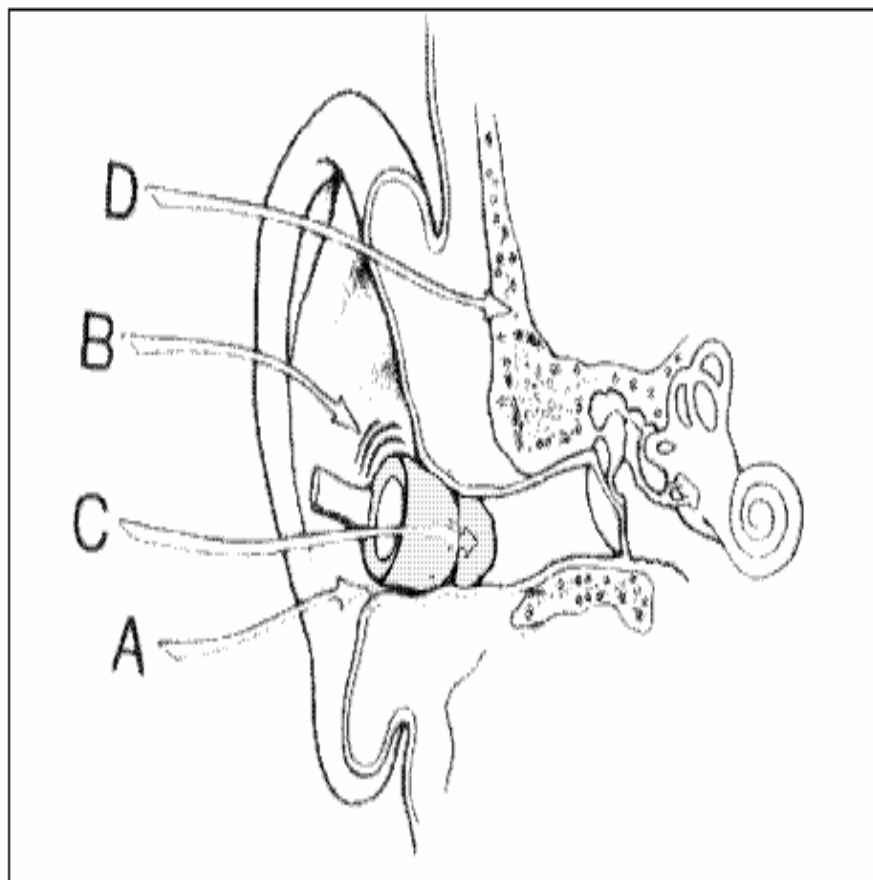
Este efeito, limita a atenuação nas baixas frequências, dependendo da maciez e flexibilidade do material que é confeccionado para o tipo plug e também da almofada nos protetores do tipo concha, que em 125 Hz, pode apresentar redução na atenuação de até 25 dB.

3) Transmissão através do protetor (C).

Santos et al (1996), explicou que os valores de atenuação dos ruídos citados pelas indústrias de protetores referem-se a valores obtidos em

laboratório, diferente dos valores alcançados no ambiente industrial (em média 10 dB a menos).

De acordo com o mesmo autor, erros no posicionamento, manutenção e trocas inadequadas, tempo efetivo de uso, estão entre as causas mais comuns. Habitualmente são fornecidos aos trabalhadores protetores de inserção geralmente pequenos e conchas sem boa aderência e desconfortáveis. Protetores velhos e sujos também aumentam a ineficiência.



**Figura 8: A,B,C e D, percurso do som até a orelha interna com o uso do protetor tipo plug (inserção).**

**Fonte: Steffani,2005**

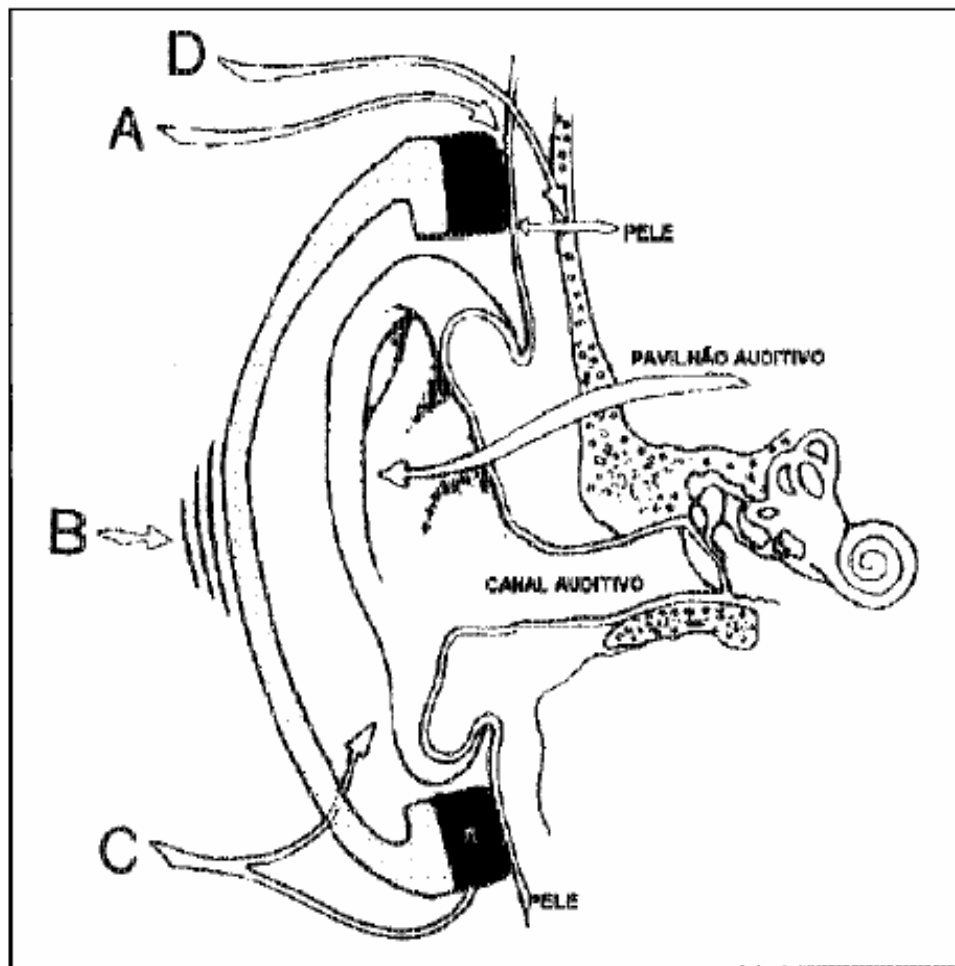
A Tabela 1 apresenta a atenuação média de protetores auditivos.(RIFFEL,2001).

**Tabela 1 - Atenuação média de protetores auditivos**

Tipo de Protetor Auricular	Atenuação Média do Ruído (dB)
Inserção (multiuso)	15 - 20
Inserção ( descartável)	10 - 20
Concha	20 - 40

**\*Atenuação Média , com maior eficácia para frequências médio-altas**

**Fonte: Steffani,2005**



**Figura 9: A,B,C e D, percurso do som até a orelha interna, com o uso do protetor tipo concha.**

**Fonte: Steffani,2005**

Kitamura (1991) corroborou os estudos de Astete (1980), e explicou que, dentre as características do agente importantes para o aparecimento de doença auditiva, destacaram-se a intensidade, relacionado com o nível de pressão sonora; o tipo de ruído, definido como contínuo, intermitente ou de impacto; a duração, relacionada ao tempo de exposição a cada tipo de agente; e a qualidade, que diz respeito à frequência dos sons que compõem os ruídos em determinada frequência. No Brasil, os critérios para medição e avaliação do ruído em ambientes são fixados pelas Normas Brasileiras da Associação Brasileira de Normas Técnicas. As principais são:

- NBR 7731 - Guia para execução de serviços de medição de ruído aéreo e avaliação dos seus efeitos sobre o homem;
- NBR 10151 – Avaliação do ruído em áreas habilitadas visando o conforto da comunidade;
- NBR 10152 (NB 95) – Níveis de ruído para conforto acústico;

E pelo Ministério do Trabalho a:

- NR 15 anexo nº 1 – Atividades e Operações Insalubres.

A Tabela 2 fornece os valores referentes à exposição permissível aos ruídos, segundo a PORTARIA 3.214 DO MINISTÉRIO DO TRABALHO (NR 15):

A NORMA REGULAMENTADORA NR-15 Atividades e Operações Insalubres, Anexo nº 1, do Ministério do Trabalho da Portaria 3.214 – Segurança e Medicina do trabalho (1.999), estabelece os limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente: “entende-se por Ruído Contínuo ou intermitente, para os fins de aplicação de Limites de Tolerância, o ruído que não seja ruído de impacto define os limites de tolerância para ruídos de impacto: “entende-se por ruído de impacto aquele que apresenta picos de

energia acústica de duração inferior a 1 (um) segundo, a intervalos superiores a 1 (um) segundo ”.

Segundo alguns autores, existem algumas divergências entre a atenuação de ruídos e performance dos protetores auditivos encontrados em laboratório e no campo (GERGES, 1992).

Os fabricantes não conseguem aperfeiçoar o projeto de seus protetores, pois não há instalações para quantificar as atenuações de ruído através de ensaios normatizados (GERGES, 1992).

Não existe no Brasil um laboratório com instalações adequadas para ensaios de atenuação de ruído de protetores auditivos e avaliação de outros parâmetros relacionados à eficiência dos protetores auditivos.

**Tabela 2 – Limites de Tolerância para Ruído - Contínuo ou Intermitente**

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

**Fonte: Ministério do Trabalho –NR 15 (portaria 3214 de 08/06/1978)**

### **2.3.3 – Métodos de medição para verificação da atenuação de protetores auriculares.**

A medição da atenuação de protetores auditivos do tipo concha pode ser realizada com a aplicação de métodos diferentes, sendo que alguns deles já são normatizados e outros em estudos.

Segundo Gerges apud Augusto (2003), a primeira norma sobre procedimentos de ensaio de atenuação de ruído em laboratórios é da ANSI Z 24.22/1957. Esta norma foi revisada com posterior publicação da ANSI S3.19/1974 (e ASA STD 1/1975) que por sua vez foi revisada novamente com publicação da ANSI S 12.6-1984 (similar às normas ASA 55-1984 e ISO 4869-1990) e recentemente da ANSI S12.6 – 1997 .

O método objetivo que usa cabeça artificial de ferro (ANSI S3.19/74) com um microfone instalado no furo da cabeça e a medição é sem e com o protetor, a diferença é a atenuação. Outro normalizado é o método subjetivo do limiar de atenuação em ouvido real do Inglês REAT (ANSI S12.6/97) que usa pessoas posicionadas no ponto de referência dentro da câmara acústica, as quais respondem ao ouvir o ruído gerado. Neste procedimento, os protetores são vestidos por pessoas sem treinamento e sem o monitoramento de técnicos especializados, conforme as instruções dos fabricantes. Deste modo, os protetores não são testados visando à máxima atenuação e, conseqüentemente, as atenuações obtidas nos testes se aproximam mais daquelas existentes no “chão de fábrica” ou no “mundo real”, onde em geral os usuários procuram um maior conforto.

Este procedimento já está sendo adotado no Brasil, no Laboratório de Ruído Industrial (LARI), da Universidade Federal de Santa Catarina.

Riffel (2001), realizou ensaios na câmara acústica do LARI com cabeça artificial e com pessoas, e em campo (numa situação real de trabalho) com pessoas expostas a níveis elevados de ruído, incluindo-se nestas, a condição de movimentação do usuário durante a realização das suas atividades. Tanto no laboratório como em campo fez-se uso de equipamentos de medição e microfones da B &K do tipo classe 1.

Riffel ainda em seus estudos apresentou o método objetivo do microfone em ouvido real do Inglês MIRE, que adota duas formas de medir:

a perda por inserção (PI) e a redução de ruído (RR). A medição com dois microfones se inclui na RR. As medições em campo também se encontram em estudos, assim como as normas sobre protetores do tipo ativo.

Os ensaios para medir a atenuação de protetor auditivo com o uso de dois microfones pelo método físico ou objetivo, realizam-se sem a resposta do usuário que participa fisicamente e exposto ao campo sonoro real.

Já os ensaios onde o ouvinte responde a uma excitação sonora, o método é chamado de psicofísico ou subjetivo e nestes, não se aplica o método com dois microfones.

O método físico ou objetivo com leitura simultânea nos dois microfones é aplicado tanto em laboratório com cabeças artificial ou com pessoas no ambiente real de trabalho. Este método é bastante prático e simples para se determinar a real proteção de um protetor concha é aquele que utiliza um pequeno microfone inserido dentro da concha, sendo o ruído comparado com aquele que incide sobre o mesmo verificado pelo uso de um segundo microfone, colocado externamente. Em ambos os casos se determinam o ruído médio, com o uso de dosímetros de ruído. Trata-se de um método é particularmente interessante para se avaliar a proteção oferecida por um protetor ativo, num determinado ambiente.

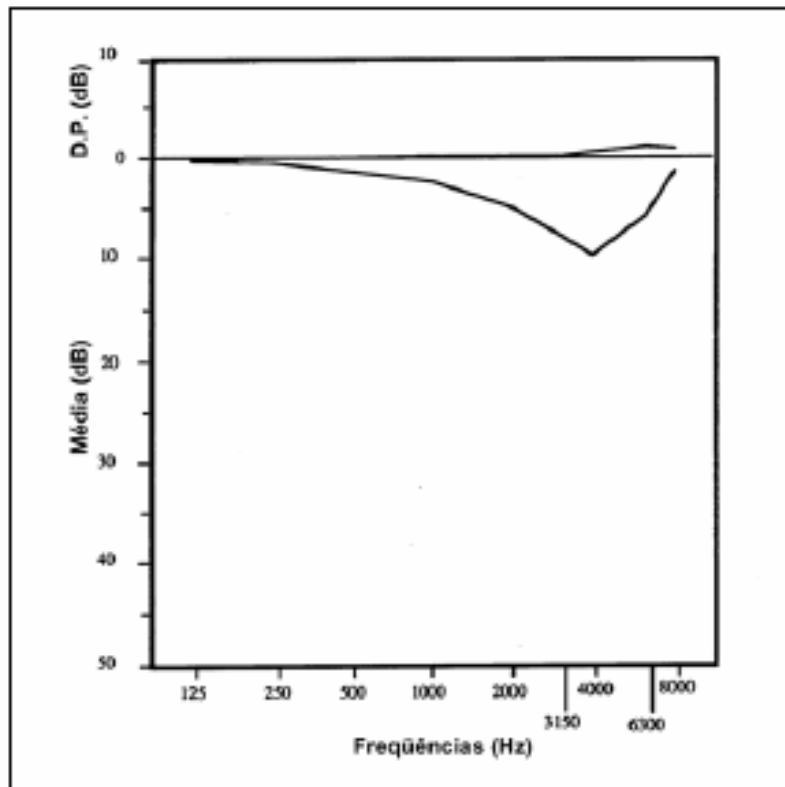
Casali *et al* apud Nielsen (2001) desenvolveram o procedimento para a determinação dos níveis de redução do ruído (NR) e correções a serem realizadas. São feitas medições com dois microfones, um no/ou dentro da orelha, outro no lado de fora, com medições simultâneas.

A redução de ruído NR (*Noise Reduction*) é determinada pela diferença entre os dois ruídos (fora e dentro do protetor).

Uma correção deve ser realizada nas atenuações, determinando-se o TFOE (*Transfer Function of the Open Ear*, ou Função de Transferência do Orelha Aberto), conforme aqueles últimos autores, determinada pela medição do ruído junto ao orelha e fora do orelha (no mesmo local, sem a presença do sujeito). Deste modo, o nível de atenuação (NR – nível de redução) será calculado conforme:

$$\text{NR corrigido} = [\text{dB (P. A. fora)} - \text{dB (P. A. dentro)}] + \text{TFOE}$$

Os valores de TFOE apresentam valores médios de 0,1 dB a 125 Hz até 9,5 dB a 4000 Hz, geralmente consistentes para os ouvintes, conforme a Figura 10.



**Figura 10: Função de Transferência do Ouvido Aberto (TFOE – *Transfer Function of the Open Ear*)  
Fonte Casali apud Nielsen (2001)**

O uso de cabeças artificiais de ferro fundido e/ou manequim, por serem estáticas e com formas definidas, eliminam o parâmetro subjetivo humano, aplicando-se especialmente em pesquisas, no desenvolvimento de novos produtos e no controle de qualidade. Os ensaios em ambiente controlado favorecem, o uso de fonte com níveis e ruídos definidos, a condição estática da cabeça artificial ou dos ouvintes no mesmo campo sonoro, além de facilitar a repetibilidade dos ensaios com pequena margem de erros nos resultados.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

Metodologicamente esse trabalho define-se por ser uma pesquisa experimental e desenvolvida através de raciocínio indutivo (observação a partir de casos particulares que se propõe a alcançar uma lei geral), verificando quantitativamente a queda de eficácia do Equipamento de Proteção Individual auditivo, mais precisamente, Protetores Auditivos (do tipo concha), das marcas 3M, Agena e MSA, todos novos com CA (Certificado de Aprovação).

#### **3.1 – Equipamentos**

##### **3.1.1 – Computador**

Utilizou-se um computador provido de uma placa de som, responsável pelo envio de sinais sonoros e um programa específico de envio e recepção de sinais sonoros (Probe Mic Program/ Versão – 2.0).

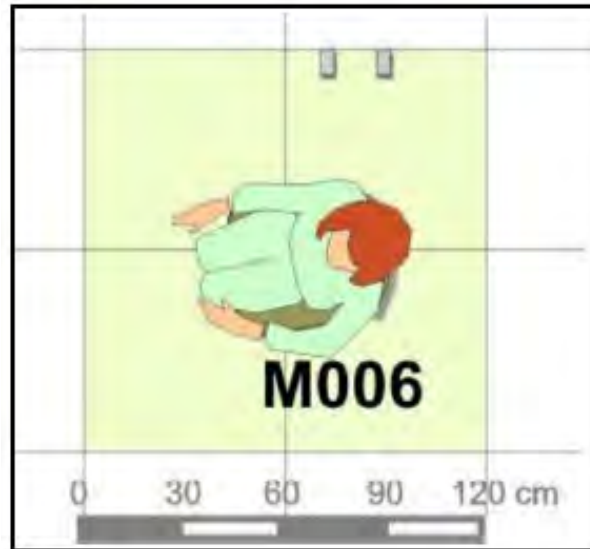
Este programa tem a capacidade de através de dados adicionados a ele, pelo usuário, enviar sinais na forma de varredura de sons audíveis e, graficamente, informar as medições captadas após receber os sinais amplificados (Figura 11)



**Figura 11: Computador o programa Probe Mic Program/Versão – 2.0 instalado.**

### 3.1.2 Cabina de medição audiométrica.

A cabine de medição apresenta as seguintes descrições:



**Figura 12: Apresentação de desenho esquemático da Cabina de Medição**

**Fonte:** site [http://www.audiomarca.com.br/www\\_P/cabine.html](http://www.audiomarca.com.br/www_P/cabine.html)

#### **a) Atividades:**

Realiza exames que são representados por traçados gráficos aplicados em papel ou filmes especiais, tais como: audiometria, fonocardiograma, vetocardiograma, potenciais evocados etc.

#### **b) Características do espaço físico:**

**Área** média = 1,40 m

**Piso:** Liso sem frestas, resistente ao desgaste e impermeável

**Parede:** lisas, sem textura e sem saliências

**Teto:** lisos sem saliências

**Porta:** Vão de 0,80 m, com as mesmas características da parede

**Nível de Iluminação:** 150 a 300 lux-geral

**Atenuação:** dentro das normas ISO 8253, e em conformidade com a resolução 296 do CFFa, de 22/02/2003.

**Isolamento acústico:** Grau de isolamento em torno de 40 dB. (teórico)

**Nível de Ruído interno medido:** 30 dB



**Figura 13: Cabina de Medição utilizada no trabalho**

### 3.1.3 – Microfone sonda

O microfone sonda (Figura 14), trata-se de um gerador de sinais e caixas acústicas, miniaturizado e ligado a uma sonda de silicone, para ser inserida no meato acústico externo, permitindo a obtenção da resposta de ressonância da orelha externa (REUR), de oclusão na orelha externa (REOR), do ganho de inserção do AASI (REIR ou REIG), resposta do ganho do AASI- (REAR), de curvas de ganho do AASI em diferentes níveis de intensidade.

Encontra-se de acordo com os padrões ANSI (American National Standard Institute) ou IEC (International Electrotechnic Commission); Possuir os seguintes sinais.

Possibilita testes de Tons puros e warble, na faixa de 125 a 8.000 Hz; Ruído branco (white noise) e ruído de fala (speech noise).



Figura 14: Microfone sonda



**Figura 15: Microfone sonda utilizado na pesquisa com suporte de colocação**

#### **3.1.4 – Amostra de protetores auriculares**

Foram adquiridos 3 protetores auriculares do tipo concha novos com Certificado de Aprovação CA das marcas:

**3M - CA 12255**

Trata-se de um protetor cujas conchas são grandes (o que já indica um nível elevado de atenuação), e apresenta valores de atenuação relativamente iguais ao longo do espectro de frequências, conforme descrito na Certificação de Aprovação.

Dados fornecidos pelo fabricante.(Tabela 3)

**Tabela 3- Dados da frequência, atenuação e Desvio padrão apresentados no CA.**

**Fonte: site – [www.mte.gov.br/default.asp](http://www.mte.gov.br/default.asp)**

Frequência(Hz):	125	250	500	1000	2000	3150	4000	6300	8000	NRRsf
Atenuacao(dB):	19,84	23,39	27,37	31,72	31,87	35,76	38,4	38,18	36,56	24
Desvio Padrão:	4,1	4	3,6	2,7	4,3	2,7	3,9	4,7	5	-



**Figura 16: Protetor Auricular marca 3M**

### **AGENA - CA 4398**

Como o protetor Agena já é um dos padrões, foi por isso um dos escolhidos para a realização dos testes. É um protetor leve e com atenuação média, custo baixo, pequeno volume e peso.

Dados fornecidos pelo fabricante.(Tabela 4)

**Tabela 4- Dados da frequência, atenuação e Desvio padrão apresentados no CA.**

**Fonte: site – [www.mte.gov.br/default.asp](http://www.mte.gov.br/default.asp)**

Frequência(Hz):	125	250	500	1000	2000	3150	4000	6300	8000	NRRsf
Atenuação(dB):	9,3	16,2	22,8	32,1	35,1	-	36,7	-	35,9	18
Desvio Padrão:	6,2	6,2	4,1	3,9	3,3	-	5,4	-	4,6	-



**Figura 17: Protetor Auricular marca AGENA**

**- MSA - CA 17166**

É um protetor leve e com baixa atenuação, principalmente nas baixas frequências. Seu custo é baixo. E conforme a Figura 17, podemos observar que as suas conchas são pequenas, com baixo volume e peso, o que já indica que é um protetor com baixo nível de atenuação.

Dados fornecidos pelo fabricante.(Tabela 5)

**Tabela 5- Dados da frequência, atenuação e Desvio padrão apresentados no CA.**

Fonte: site – [www.mte.gov.br/default.asp](http://www.mte.gov.br/default.asp)

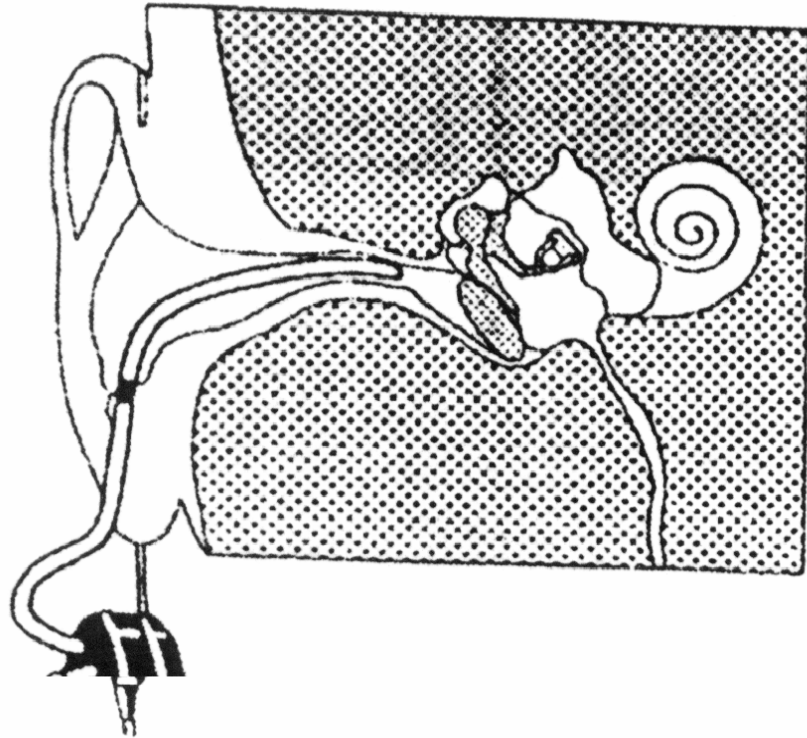
<b>Frequência(Hz):</b>	125	250	500	1000	2000	3150	4000	6300	8000	NRRsf
<b>Atenuacao(dB):</b>	9,3	16,9	25,4	30,3	31,3	-	32,8	-	35,5	19
<b>Desvio Padrão:</b>	5,3	5,4	4,3	2	3,6	-	3	-	2,8	0



**Figura 18: Protetor Auricular marca MSA**

### 3.2. - Método

- 1- Etapa:** É realizada a escolha dos sujeitos sem deficiência auditivas com comprovação através de exames de audiometria.
- 2- Etapa:** O sujeito é colocado no interior da Cabine Audiométrica a 1 mts da caixa de som, em uma linha reta.
- 3- Etapa:** É introduzido por uma profissional em Fonoaudiologia a 20 mm do conduto auditivo um microfone sonda. Figuras 19 e 20.



**Figura 19- Apresenta o microfone sonda introduzido no conduto auditivo**  
**Fonte: Manual Siemens –PC Prog. Mic Página I-7**



**Figura 20: Sujeito sob teste**

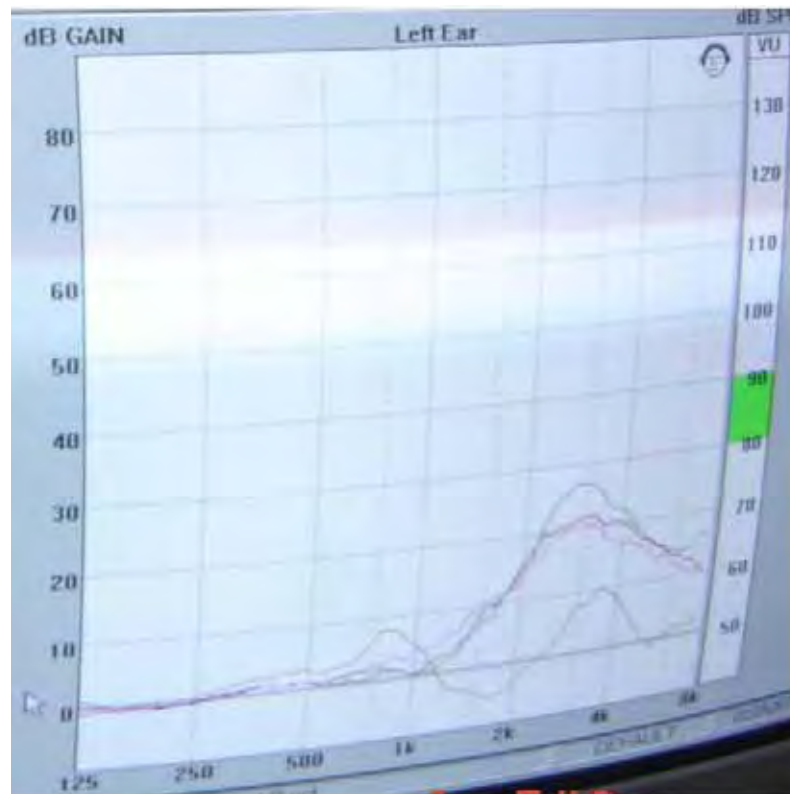
- 4- Etapa:** Através do programa de computador PC Probe Mic Program/versão – 2.0, um sinal era enviado até o amplificador que realizava um ruído branco (White noise), com nível de 80dB em uma caixa de som.
- 5- Etapa:** Este ruído foi captado pelo microfone sonda e enviado a uma placa de aquisição de dados do computador, que uma placa de aquisição de dados do computador, que gerava os espectros nas frequências 125 Hz a 8000 Hz.

**6- Etapa:** é colocado no sujeito o 1º protetor da amostra, devidamente identificado, e realiza-se as etapas 4 e 5 novamente e assim sucessivamente para os demais protetores da amostra.



**Figura 21: Sujeito sob teste com o protetor**

**7- Etapa:** Após as medições gerou-se as curvas dos ruídos recebidos pelo microfone sonda, sem protetor e com os 3 protetores da amostra (Figura 22).



**Figura 22: Visualização de curvas geradas com e sem os protetores.**

A atenuação do protetor de audição foi à diferença algébrica nos níveis de pressão de faixa em decibel, para cada faixa de teste de frequência sem protetor com as amostras das 3 marcas de protetores auriculares.

As medidas encontradas serão catalogadas e comparadas com as apresentadas no CA, em nas frequências de 125 Hz a 8000 Hz, de cada amostra de protetor auricular.

## 4 RESULTADOS

Nesse capítulo serão apresentados os resultados encontrados quando da realização dos testes, nas frequências de 250Hz, 500Hz, 1KHz, 2KHz, 4KHz e 8KHz, em 20 indivíduos, sendo realizada 3 (três) medições para cada protetor auricular nas frequências mencionadas e posteriormente encontrada a medida aritmética desses valores.

As tabelas de 6 a 26 apresentam os valores de atenuação encontrados nos testes.

**Tabela 6- Apresenta os valores encontrados no teste 1.**

### 1ª Teste

PROTETOR	Atenuação em dB x Frequência (Hz)					
	250	500	1k	2k	4k	8k
3 M	5	8	12	16	25	28
AGENA	2	4	8	10	19	20
MSA	1	2	7	8	11	12

**Tabela 7- Apresenta os valores encontrados no teste 2**

### 2º Teste

PROTETOR	Atenuação em dB x Frequência (Hz)					
	250	500	1k	2k	4k	8k
3 M	6	8	13	17	26	27
AGENA	3	6	7	9	18	17
MSA	1	3	6	8	10	12

Tabela 8- Apresenta os valores encontrados no teste 3

**3ª Teste**

PROTETOR	Atenuação em dB x Freqüência (Hz)					
	250	500	1k	2k	4k	8k
<b>3 M</b>	5	7	11	16	23	29
<b>AGENA</b>	2	5	9	9	18	20
<b>MSA</b>	2	3	7	7	11	12

Tabela 9- Apresenta os valores encontrados no teste 4

**4ª Teste**

PROTETOR	Atenuação em dB x Freqüência (Hz)					
	250	500	1k	2k	4k	8k
<b>3 M</b>	4	7	12	16	24	29
<b>AGENA</b>	2	3	5	10	19	16
<b>MSA</b>	2	5	6	8	10	13

Tabela 10- Apresenta os valores encontrados no teste 5.

**5ª Teste**

PROTETOR	Atenuação em dB x Freqüência (Hz)					
	250	500	1k	2k	4k	8k
<b>3 M</b>	5	8	12	16	25	28
<b>AGENA</b>	2	4	8	10	16	17
<b>MSA</b>	1	2	8	8	13	14

Tabela 11- Apresenta os valores encontrados no teste 6.

**6° Teste**

PROTETOR	Atenuação em dB x Frequência (Hz)					
	250	500	1k	2k	4k	8k
3 M	5	8	12	18	27	30
AGENA	4	5	8	11	17	18
MSA	2	3	8	9	11	14

Tabela 12- Apresenta os valores encontrados no teste 7.

**7ª Teste**

PROTETOR	Atenuação em dB x Frequência (Hz)					
	250	500	1k	2k	4k	8k
3 M	7	9	14	17	25	28
AGENA	3	5	9	11	20	22
MSA	3	4	7	8	13	15

Tabela 13- Apresenta os valores encontrados no teste 8.

**8ª Teste**

PROTETOR	Atenuação em dB x Frequência (Hz)					
	250	500	1k	2k	4k	8k
3 M	7	8	13	19	25	29
AGENA	3	4	9	10	16	18
MSA	2	3	7	9	11	12

Tabela 14- Apresenta os valores encontrados no teste 9.

**9ª Teste**

PROTETOR	Atenuação em dB x Frequência (Hz)					
	250	500	1k	2k	4k	8k
3 M	5	9	12	15	25	28
AGENA	2	5	8	11	19	19
MSA	1	3	7	8	11	13

Tabela 15- Apresenta os valores encontrados no teste 10.

**10º Teste**

PROTETOR	Atenuação em dB x Frequência (Hz)					
	250	500	1k	2k	4k	8k
3 M	6	8	11	16	25	28
AGENA	2	4	8	10	14	16
MSA	1	2	7	8	11	12

Tabela 16- Apresenta os valores encontrados no teste 11.

**11ª Teste**

PROTETOR	Atenuação em dB x Frequência (Hz)					
	250	500	1k	2k	4k	8k
3 M	5	9	12	16	25	27
AGENA	2	4	8	11	19	16
MSA	3	4	7	8	11	13

Tabela 17- Apresenta os valores encontrados no teste 12.

**12ª Teste**

PROTETOR	Atenuação em dB x Freqüência (Hz)					
	250	500	1k	2k	4k	8k
3 M	8	12	14	16	27	30
AGENA	4	6	8	13	17	18
MSA	3	4	8	9	11	14

Tabela 18- Apresenta os valores encontrados no teste 13.

**13ª Teste**

PROTETOR	Atenuação em dB x Freqüência (Hz)					
	250	500	1k	2k	4k	8k
3 M	4	7	11	15	25	27
AGENA	3	5	8	11	20	22
MSA	2	3	8	9	12	13

Tabela 19- Apresenta os valores encontrados no teste 14.

**14º Teste**

PROTETOR	Atenuação em dB x Freqüência (Hz)					
	250	500	1k	2k	4k	8k
3 M	6	8	12	16	25	28
AGENA	4	7	9	14	19	21
MSA	3	4	7	9	11	12

Tabela 20- Apresenta os valores encontrados no teste 15.

**15ª Teste**

PROTETOR	Atenuação em dB x Frequência (Hz)					
	250	500	1k	2k	4k	8k
<b>3 M</b>	5	8	12	16	24	29
<b>AGENA</b>	2	4	8	10	17	19
<b>MSA</b>	3	5	7	8	11	13

Tabela 21- Apresenta os valores encontrados no teste 16.

**16ª Teste**

PROTETOR	Atenuação em dB x Frequência (Hz)					
	250	500	1k	2k	4k	8k
<b>3 M</b>	7	10	14	18	27	30
<b>AGENA</b>	4	6	10	12	19	21
<b>MSA</b>	3	5	7	9	12	13

Tabela 22- Apresenta os valores encontrados no teste 17.

**17ª Teste**

PROTETOR	Atenuação em dB x Frequência (Hz)					
	250	500	1k	2k	4k	8k
<b>3 M</b>	6	8	12	18	25	28
<b>AGENA</b>	2	4	8	10	17	16
<b>MSA</b>	2	3	7	9	11	12

Tabela 23- Apresenta os valores encontrados no teste 18.

**18° Teste**

PROTETOR	Atenuação em dB x Freqüência (Hz)					
	250	500	1k	2k	4k	8k
3 M	5	8	13	16	24	28
AGENA	3	4	9	10	19	21
MSA	2	4	7	8	11	14

Tabela 24- Apresenta os valores encontrados no teste 19.

**19ª Teste**

PROTETOR	Atenuação em dB x Freqüência (Hz)					
	250	500	1k	2k	4k	8k
3 M	6	9	12	17	25	28
AGENA	3	4	8	10	18	19
MSA	2	4	7	9	11	12

Tabela 25- Apresenta os valores encontrados no teste 20.

**20ª Teste**

PROTETOR	Atenuação em dB x Freqüência (Hz)					
	250	500	1k	2k	4k	8k
3 M	5	8	13	16	26	30
AGENA	2	6	8	11	16	19
MSA	4	5	7	9	11	13

As tabelas 26, 27 e 28, apresentam a média dos valores de atenuação encontrados nos ensaios, nos protetores das marcas 3M, AGENA e MSA respectivamente.

**Tabela 26- Valores médios de atenuação e desvio padrão dos valores encontrados do protetor da marca 3M.**

<b>FREQUENCIA (Hz)</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1k</b>	<b>2k</b>	<b>4k</b>	<b>8k</b>
<b>Atenuação(dB)</b>	5,60	8,30	12,35	16,40	25,05	28,55
<b>Desvio Padrão</b>	4,65	5,41	3,70	4,20	5,13	3,79

**Tabela 27- Valores médios de atenuação e desvio padrão dos valores encontrados do protetor da marca AGENA.**

<b>FREQUENCIA (Hz)</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1k</b>	<b>2k</b>	<b>4k</b>	<b>8k</b>
<b>Atenuação(dB)</b>	2,70	4,60	8,10	10,45	17,75	18,65
<b>Desvio Padrão</b>	2,73	3,31	3,98	3,79	10,23	16,22

**Tabela 28- Valores médios de atenuação e desvio padrão dos valores encontrados do protetor da marca MSA.**

<b>FREQUENCIA (Hz)</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1k</b>	<b>2k</b>	<b>4k</b>	<b>8k</b>
<b>Atenuação(dB)</b>	2,15	3,75	7,10	8,35	11,20	12,95
<b>Desvio Padrão</b>	3,25	4,45	1,30	1,46	2,50	3,34

As tabelas 29, 30 E 31, apresentam um comparativo dos valores de atenuação de cada protetor da amostra (3M, AGENA e MSA) contidos no Certificado de Aprovação (CA) e os valores coletados na pesquisa.

**Tabela 29- Comparativo de valores de atenuação apresentados no CA e valores encontrados nos testes –Protetor Marca 3M.**

<b>FREQUENCIA (Hz)</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1k</b>	<b>2k</b>	<b>4k</b>	<b>8k</b>
<b>Atenuação Médio em (dB) encontrado nos testes</b>	5,60	8,30	12,35	16,40	25,05	28,55
<b>Atenuação Médio em (dB) apresentados no CA</b>	23,39	27,37	31,72	31,87	38,4	36,56

**Tabela 30- Comparativo de valores de atenuação apresentados no CA e valores encontrados nos testes –Protetor Marca AGENA**

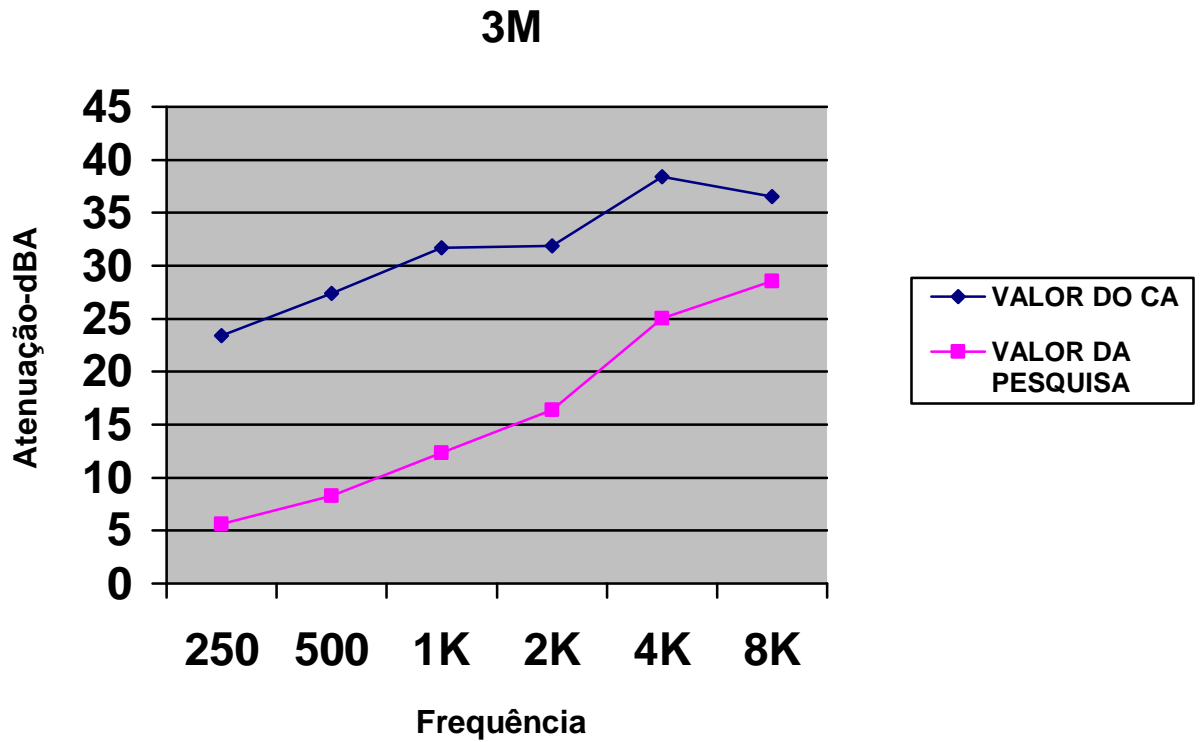
<b>FREQUENCIA (Hz)</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1k</b>	<b>2k</b>	<b>4k</b>	<b>8k</b>
<b>Atenuação Médio em (dB) encontrado nos testes</b>	2,70	4,60	8,10	10,45	17,75	18,65
<b>Atenuação Médio em (dB) apresentados no CA</b>	16,2	22,8	32,1	35,1	36,7	35,9

**Tabela 31- Comparativo de valores de atenuação apresentados no CA e valores encontrados nos testes –Protetor Marca MSA.**

<b>FREQUENCIA (Hz)</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1k</b>	<b>2k</b>	<b>4k</b>	<b>8k</b>
<b>Atenuação Médio em (dB) encontrado nos testes</b>	2,15	3,75	7,10	8,35	11,20	12,95
<b>Atenuação Médio em (dB) apresentados no CA</b>	16,9	25,4	30,3	31,3	32,8	35,5

Através dos dados das tabelas 29,30 e 31, foi possível construção dos gráficos apresentados nas figuras 23, 24 e 25 onde pode-se verificar as

diferenças nos valores de atenuação apresentados no CAs e os valores coletados na pesquisa.



**Figura 23:** Apresentação gráfica dos valores da atenuação apresentadas no Certificado de Aprovação e os valores obtidos na pesquisa, para o protetor de marca 3M.

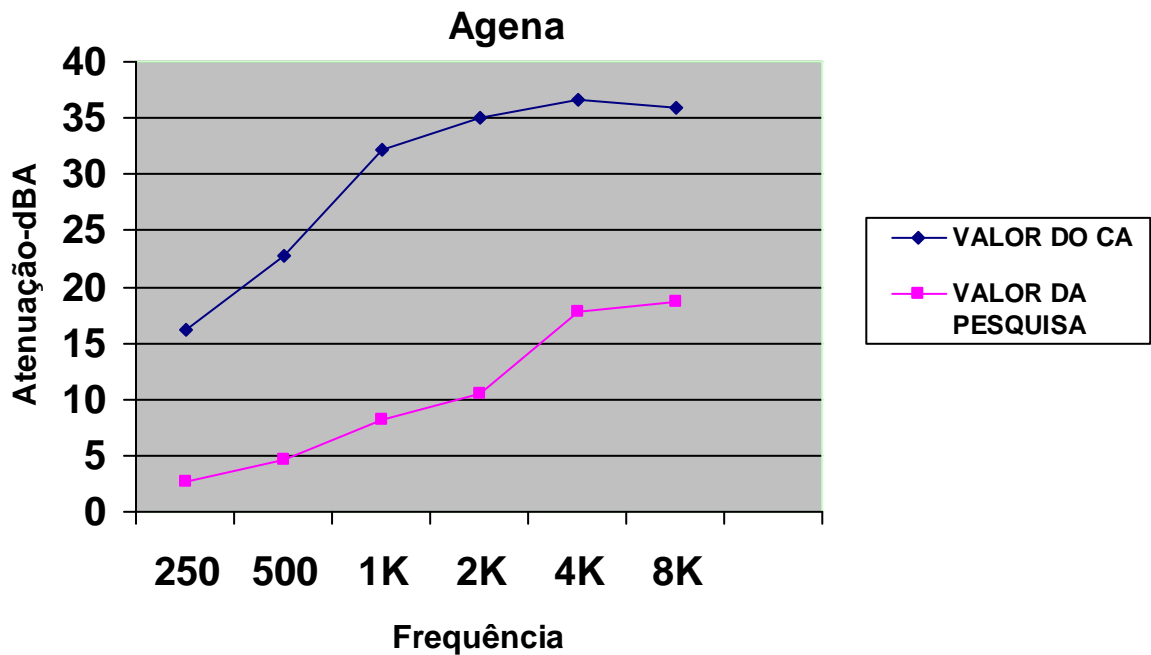


Figura 24: Apresentação gráfica dos valores da atenuação apresentadas no Certificado de Aprovação e os valores obtidos na pesquisa, para o protetor de marca AGENA.

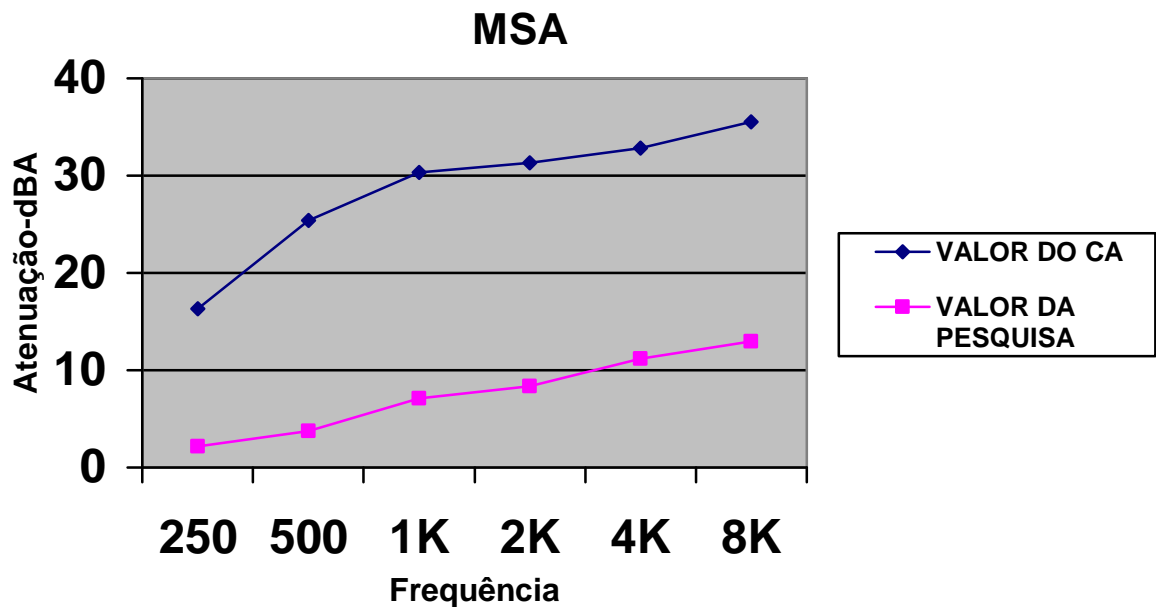


Figura 25: Apresentação gráfica dos valores da atenuação apresentadas no Certificado de Aprovação e os valores obtidos na pesquisa, para o protetor de marca MSA.

## 5 CONCLUSÕES

A análise dos resultados obtidos nas condições dos ensaios, permitem apresentar as seguintes conclusões:

- Todos os Protetores Auriculares utilizados na amostra apresentaram diferença nos valores de atenuação em comparação com os valores apresentados em seus Certificados de Aprovação, sempre com valores menores aos apresentados.

- A diferença entre o nível de atenuação apresentado no Certificado de Aprovação e o obtido na pesquisa reduz com o aumento da frequência, para os três modelos de protetores auriculares utilizados na pesquisa.

- Da amostra de protetores auriculares analisados, o EPI da marca 3M foi o que apresentou a menor diferença entre os valores de atenuação e os valores obtidos na pesquisa.

- O protetor auricular MSA foi o EPI que apresentou a maior diferença entre os valores de atenuação do Certificado de Aprovação e os valores apresentados na pesquisa.

## 6 ANEXOS

 **Certificação de Aprovação**

Nº do CA:	12255	Nº do Processo:	46000.017925/79-80
Data de Emissão:	26/6/2002	Validade:	26/06/2007
Tipo do Equipamento:	PROTETOR AUDITIVO		
Natureza:	Importado		
Descrição do Equipamento:	<p>PROTETOR AUDITIVO, CIRCUM AURICULAR, CONSTITUÍDO POR DUAS CONCHAS EM MATERIAL PLÁSTICO RÍGIDO, REVESTIDAS COM ALMOFADAS DE ESPUMA EM SUAS LATERAIS (QUE ENTRAM EM CONTATO COM A CABEÇA DO USUÁRIO) E NO INTERIOR DAS CONCHAS. POSSUI UM ARCO QUE SERVE PARA MANTER AS CONCHAS FIRMEMENTE SELADAS CONTRA A REGIÃO DAS ORELHAS DO USUÁRIO. A PRESSÃO DO ARCO SOBRE A CABEÇA PODE SER AJUSTADA POR UM AJUSTE DESLIZANTE. REF.: 3M 1445.</p>		


 **Dados Complementares**


Norma:	ANSI S12.6 - 1997 MÉTODO B - MÉTODO DO OUVIDO REAL - COLOCAÇÃO PELO OUVINTE
Fabricante:	<p>3M DO BRASIL LTDA          Endereço: RODOVIA ANHANGUERA, KM 110          Bairro: NOVA VENEZA          Cidade: SUMARÉ - UF: SP          CEP: 13176-102          Telefone: 19 3838 7000 - Fax: 19 3838 7206</p>
Aprovado:	PROTEÇÃO AUDITIVA DO USUÁRIO CONTRA RUIDOS SUPERIORES À 85 dB, CONFORME TABELA DE ATENUAÇÃO A SEGUIR.
Observação:	Não Informado.

 **Laudos/Atenuação**


Tipo do Laudo:	Laboratório									
Laboratório:	LARI - UFSC/SC									
Número Laudo:	011/2001			Data do Laudo:			Não Informado			
Responsável:	Não Informado			Registro Profissional:			Não Informado			
Frequência(Hz):	125	250	500	1000	2000	3150	4000	6300	8000	NRRsf
Atenuacao(dB):	19,84	23,39	27,37	31,72	31,87	35,76	38,4	38,18	36,56	24
Desvio Padrão:	4,1	4	3,6	2,7	4,3	2,7	3,9	4,7	5	-


Certificação de Aprovação			
Nº do CA:	7166	Nº do Processo:	46000.013842/38-83
Data de Emissão:	15/10/2003	Validade:	15/10/2008
Tipo do Equipamento:	PROTETOR AUDITIVO		
Natureza:	Nacional		
Descrição do Equipamento:	PROTETOR AUDITIVO DE SEGURANÇA, CONSTITUÍDO POR DOIS ABAFADORES EM FORMA DE CONCHA, MONTADOS SIMETRICAMENTE NAS EXTREMIDADES DE UMA HASTE-SUPORTE AJUSTÁVEL, EM FORMA DE ARCO, ADAPTÁVEL A CABEÇA HUMANA, PERMITINDO QUE CADA ABAFADOR SE APLIQUE SOB PRESSÃO, AOS RESPECTIVOS PAVILHÕES AURICULARES. REF.: ARS.		

	Dados Complementares
---	----------------------

Norma:	ANSI S12.6/1997 - MÉTODO B (OUVIDO REAL, COLOCAÇÃO PELO OUVINTE).
Fabricante:	AGENA INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO LTDA Endereço: RUA NOVA JERUSALÉM, 560 Bairro: BONSUCESSO Cidade: RIO DE JANEIRO - UF: RJ CEP: 21042-235 Telefone: 21 2564 2997 - Fax: 21 2290 7600
Aprovado:	PROTEÇÃO AUDITIVA DO USUÁRIO CONTRA RUÍDOS SUPERIORES À 85 dB, CONFORME TABELA DE ATENUAÇÃO A SEGUIR.
Observação:	Não Informado.
	Laudo/Atenuação

Tipo do Laudo:	Laboratório									
Laboratório:	LARI - UFSC/SC									
Número Laudo:	57/2003.				Data do Laudo:		Não Informado			
Responsável:	Não Informado				Registro Profissional:		Não Informado			
Freqüência(Hz):	125	250	500	1000	2000	3150	4000	6300	8000	NRRsf
Atenuação(dB):	9,3	16,2	22,8	32,1	35,1	-	36,7	-	35,9	18
Desvio Padrão:	6,2	6,2	4,1	3,9	3,3	-	5,4	-	4,6	-

Certificação de Aprovação			
Nº do CA:	17166	Nº do Processo:	46000.016262/62-91
Data de Emissão:	9/10/2006	Validade:	09/10/2011
Tipo do Equipamento:	PROTETOR AUDITIVO		
Natureza:	Importado		
Descrição do Equipamento:	PROTETOR AUDITIVO COMPOSTO DE ARCO COM AJUSTE DE PRESSÃO FABRICADO EM PLÁSTICO DE ENGENHARIA, SELO FABRICADO EM ESPUMA REVESTIDA COM VINIL PRETO, CONCHAS DE PLÁSTICO PREENCHIDAS INTERNAMENTE COM ESPUMA MOLDADA E ESPUMA PLANA. POSSUI CIRCUITO ELETRÔNICO DE ANTI- RUÍDO (MÁXIMO 82 dB), COM FONE QUE PERMITE COMUNICAÇÃO VIA RÁDIO E OU CELULAR. REF.: MSA SORDIN CC CUTOFF.		
 Dados Complementares			

Norma:	ANSI.S12.6/1997 - MÉTODO B (OUVIDO REAL, COLOCAÇÃO PELO OUVINTE).
Fabricante:	MSA DO BRASIL EQUIPAMENTOS E INSTRUMENTOS DE SEGURAN Endereço: AV. ROBERTO GORDON, 138 Bairro: TAPERINHA Cidade: DIADEMA - UF: SP CEP: 09990-901 Telefone: 11 4071 1499 - Fax: 11 4071 6433
Aprovado:	PROTEÇÃO DO USUÁRIO CONTRA RUÍDOS CONFORME TABELA DE ATENUAÇÃO A SEGUIR:
Observação:	Não Informado.
	Laudo/Atenuação

Tipo do Laudo:	Laboratório										
Laboratório:	LARI - UFSC/SC										
Número Laudo:	16-2006.			Data do Laudo:				Não Informado			
Responsável:	Não Informado			Registro Profissional:				Não Informado			
Frequência(Hz):	125	250	500	1000	2000	3150	4000	6300	8000	NRRsf	
Atenuacao(dB):	9,3	16,9	25,4	30,3	31,3	-	32,8	-	35,5	19	
Desvio Padrão:	5,3	5,4	4,3	2	3,6	-	3	-	2,8	0	

## 7 BIBLIOGRAFIA

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- Norma NBR 10151 – Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. 1987.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Norma NBR 10152 – Níveis para Conforto Acústico. 1990.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Norma NBR 7731 – Guia para Execução de Ruído Aéreo e Avaliação dos seus Efeitos sobre o Homem ,1983 .

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 6023: Informação e Documentação – Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

ALMEIDA, H. Influence of electric punch card machines on the human ear. Archives of Otolaryngology, n. 51, p. 215-222, 1950.

ALMEIDA, K. História da Audiologia. In: FERREIRA, L. P. Temas de Fonoaudiologia. São Paulo: Loyola, 1993.

ALMEIDA, S. I. C. *et al.* História natural da perda auditiva ocupacional provocada por ruído. Rev. Assoc. Med. Bras, v.46, n. 2, p. 143-158, abr./jun. 2000.

ALVES JR., D. R. Pesquisa aponta riscos no trabalho na Paulista. Jornal O Estado de São Paulo, 21/03/97.

ANSI S3.25. American National Standard for an occluded ear simulator. (ASA 39-1979),1979.

ARAÚJO, S. A. Perda auditiva induzida pelo ruído em trabalhadores de metalúrgica. Rev. Bras. Otorrinolaringol, v. 68, n. 1, p. 47-52, maio. 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT – Norma NBR 7731 – Guia para Execução de Ruído Aéreo e Avaliação dos seus Efeitos sobre o Homem ,1983 .

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: Informação e Documentação – Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

ASTETE, M. G. W.; COLS, Riscos físicos, Fundacentro, São Paulo, 1980.

AUGUSTO, N. N., "Avaliação da Perda Auditiva em Motoristas de Caminhão Coletor de Lixo no Município de Bauru". Bauru, 2001. Monográfica do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança – Faculdade de Engenharia de Bauru, Universidade Estadual Paulista.

AUGUSTO, N.N., "Verificação da atenuação do ruído em protetores auditivos do tipo concha, utilizando um modelo de cabeça artificial". Bauru, 2003 – Trabalho de conclusão de matéria de mestrado – Relação Homem x Máquina –FAAC/Bauru.

BASTOS, R. S ., "Reconhecimento da Perda de Eficácia de Protetor Intra-Auricular" – Tese de Mestrado –Universidade Estadual Paulista – Bauru, 2005

BERGER, E.H., Methods of measuring the attenuation of hearing protection devices. Journal Acoustics Society of America, USA, 1986. 79 (6) p.1655-1687.

BEVAN, R. D. An autoradiographic and pathological study of cellular proliferation in rabbit arteries correlated with an increase in arterial pressure. Blood Vessels, v.13, p.100-128, 1976.

BRASIL – Lei Federal Nº 6.515, Portaria Nº 3.214 do Ministério do Trabalho, - NR 15 – Atividades insalubres.

BRASIL, Ministério da Previdência e Assistência Social. Atualização da Norma Técnica sobre Perda Auditiva Induzida por Ruído. 1988.

BRASIL. Ministério Do Trabalho. Secretaria de Segurança e Saúde do Trabalho, Portaria N.º 19, 1998b.

BRASIL. Norma Regulamentadora 15. Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente. Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978. In: Segurança e Medicina do Trabalho, v.16, p.123-34, São Paulo: Atlas; 1998a.

- BOSSO, J.” Sistema Auditivo Central: mecanismos sinápticos e a importância da Acetilcolina” – Trabalho de Curso de Especialização em Fonoaudiologia-USP-Bauru,2007.
- BUNCH, C. C. The diagnosis of occupational or traumatic deafness. A historical and audiometric study. *The Laryngoscope* v. 47, p. 615-691, 1937.
- CAMARGO, L. O. S. – Surdez: Fim do Silêncio. In: Pimenta, A. L.; CATISTRANO FILHO, D. *Saúde do Trabalhador* . São Paulo : Editora Hicitec, 1988. p. 84-105.
- CAMPANA, C. L. – Insalubridade Residual por Ruído de Tratores Cabinados. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, vol 12, N ° 47, p. 50-53, 1984.
- CASALI JOHN G., GRENNELL James F. Noise-Attenuating Earmuff Comfort: A Brief Review and Investigation of Band-Force, Cushion, and Wearing- Time Effects. *Applied Acoustics*, USA, (29).1990 p.117-138
- CASALI, J. G. Seeking the sounds of silence. *Virginia Tech Research*, v. 2, n. 1, jan/feb. 1994.
- CASALI, JOHN G. Proteção Auditiva Visão Mundial. *Revista Proteção*,
- CASALI, JOHN G., PARK, Min-Yong. Laboratory versus Field Attenuation of Selected Hering Protectors. *Sound and Vibration*, USA, October 1996.
- CASANOVA, R. – Escolhendo Protetores Auditivos, *Jornal da Segurança*, 2002 .
- CASANOVA, R. – O Brasil na vanguarda em ensaios de protetores auditivos - *Jornal da Segurança*, 2002.
- CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. Diretrizes e normas regulamentadoras de Pesquisas envolvendo seres humanos. Resolução 196 de 10 de Outubro de 1996.
- CORDEIRO. R.; et al. Associação da perda auditiva induzida por ruído com o tempo acumulado de trabalho entre motoristas e cobradores. *Cad Saúde Pública*, v. 10, p. 210-21, 1994.

- COSTA, E. A. E.; KITAMURA, S. Patologia do Trabalho Segundo Aparelho ou Sistema: órgãos dos sentidos. In: Mendes, R. (Org.). Patologia do Trabalho. Rio de Janeiro; Atheneu, 1995.
- COUTO, C. M. Distribuição da pressão sonora do meato acústico externo. 2000. São Paulo, Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Instituto de Física – Departamento de Física Geral.
- COUTO, H. de A. Ergonomia aplicada ao trabalho: o manual técnico da máquina humana. Belo Horizonte: Ergo Editora, 1995.
- FERNANDES, J. C. – “Acústica e Ruído” – Apostila do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho – UNESP – Campus de Bauru – 2000.
- FERNANDES, J. C. – Avaliação dos Níveis de Ruídos em Tratores Agrícolas e seus Efeitos sobre o Operador. Botucatu, 1991. 172p. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista.
- FERNANDES, J. C. Apostila desenvolvida para a disciplina “Metodologia do Ensino e da Pesquisa Científica” do Curso de Pós-graduação em Engenharia – Área de Concentração em Engenharia Industrial. 1. ed. 1997, revisado em 2000. Bauru, SP;
- FERNANDES, J. C. Avaliação do reconhecimento da fala em usuários de protetores auditivos. In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Bauru, 2003, Anais... Ouro Preto, MG, p. 153-154, 2003.
- FERNANDES, J. C. Conforto Acústico e Comportamento. In: Encontro anual de Etologia. Bauru, 1993. Anais... Bauru: UNESP, 1993. p. 74-84.
- FERNANDES, J. C. Influência dos Protetores na Inteligibilidade da Voz, 2002.
- FOWLLER, E. P. Marked deafened areas in normal ears. Archives of Otolaryngology, p.151-155, 1928.
- GERGES, S. N. Y. Exposição Ocupacional ao Ruído: Avaliação, Prevenção e Controle, Cap. 5 : Fontes de ruído, OMS, Genebra , 1995

GERGES, S. N. Y. Ruído: fundamentos e controle. 2 ed. Florianópolis: NR Editora ,2.000.

GERGES, S. N. Y. Ruído: fundamentos e Controle. Florianópolis, 1992.

GERGES, S. Ruído: Fundamentos e Controle. Florianópolis, SC: Impresso na Imprensa Universitária da Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Brasileiro de Segurança e Saúde Industrial, 1992.

GERGES, SAMIR N.Y. Ruído Fundamentos e controle. Florianópolis:

GLORIG, A. & DAVIS, H. – Age, Noise and Hearing of Noise From Motor Vehicles. Vol. 13, 1963.

GUÉRIN, F. et al. Compreender o trabalho para transformá-lo – a prática da ergonomia. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.

HABERMANN, J. Ueber die schwerhörigkeit der kesselschmiede. Archiv für Ohrenheilkunde, v. 30, n.1, p. 25, 1890

HAMMORFORMS, P. & KAJLAND. A. – Sound: Pressure Analyses of Noise From Motor Vehicles – Acústica 13, p. 258-269, 1963.

HEIDRICH, GERGES e PARAZINI – “Redução de Ruído na Cabine de um Caminhão Urbano” – UFSC – EMC – Laboratório de Vibração e Acústica, 1994.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - *Norma R-389* – Especifica uma referencia zero , para testes audiometricos – (1964) .

KITAMURA, S. Perdas auditivas de origem ocupacional: considerações acerca da NR-7. Ltr. Sup. Trab, v.27, p. 114-711, 1991.

LAY, W.E. & FISHER, L.C. – *Riding Comfort and Cushions* – SAE – Journal Transactions, vol. 47, N° 5, p. 482-496, 1940.

LEE, P. C. SENDERS, C. W. GANTZ, B. J. e OTTO, S. R. Transient sensorineural hearing loss after overuse of portable headphone cassette radios. Otolaryngology, Head end

IDA, ITIRO. Ergonomia Projeto e Produção: São Paulo:

- LIM, D. P.; STEPHENS, S. D. G. Clinical investigation of hearing loss in the elderly. *Clin.Otolaryngol.* v. 16, p. 288-293, 1991.
- LOPES, L. F. – Conceito Ecológico nos Coletores - *Revista Associação Brasileira de Caminhões* – Ano II, N° 21, p. 10-12, 1999.
- MARQUES, S. R. RUSSO, I. C. P. A poluição sonora e qualidade de vida nas grandes metrópoles. *Revista Brasileira de Fonoaudiologia.* 1: 3-5, São Paulo, 1997.
- MARTINS, A. L. – Ruído e Perda Auditiva em Motoristas e Cobradores de Ônibus. Bauru, 1999, p. 1-15, *Monografia (Especialização em Audiologia Clínica e Reabilitativa pelo FUNCRAF)* – Departamento de Fonoaudiologia – Universidade de São Paulo.
- MELNICK, W. Indústria Hearing Conservation. In:\_. Katz, J. *Handbook of Clinical Audiology.* 3ª ed. *The Williams and Wilkins Company, Baltimore.* 1985. p.721-741.
- MERLUZZI, F. CORNACCHIA, L. PARAGINI, G.; TERRANA T. –*Metodologia di Esecuzione Del Controllo dell'údito dei Lavoro Espositia Rumore* – Nuovo ARCHIVIO Italiano di Otologia, 7 84) : 695 – 714, 1979.
- MERLUZZI, F. Patologia da rumore. In: \_\_. *Patologia da Rumore.v.2.* Milão: Piccin, 1981. p.1119-1149.
- MIRANDA, C. R.; et al. Surdez ocupacional em trabalhadores industriais da região metropolitana de Salvador/Bahia. *Rev Bras Otorrinolaringol,* v. 64, p. 109-14, 1999.
- MORATA, T. C. & CARNICELLI, M. V. F. – *Audiologia e Saúde dos Trabalhadores* – EDUC, 1988.
- MOREIRA, C. A. & SILVEIRA, G. M. – Ensaio de Tratores. In: Atualização da Tratorização da Agricultura Brasileira – *Apostila do Curso de Extensão Universitária promovido pelo Departamento de Engenharia Rural da UNESP,* Campus de Botucatu. Janeiro de 1971.
- NORMA ISO 2204-1973 "Guide to the Measurement of Airborne Acoustical Noise And Evaluation of its Effects on man"

NUDELMANN, A. A.; PAIR – Perda Auditiva Induzida pelo Ruído, Porto Alegre, 1997.

OSGUTHORPE, J. D.; KLEIN, A. J. Hearing Compensation Evaluation. American Academy of Otolaryngology - Head and Neck Surgery Foundation, 1989

PEREIRA, C. A. Surdez profissional em trabalhadores metalúrgicos: estudo epidemiológico em uma Indústria da Grande São Paulo. 1978. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

Poluição Sonora. Disponível em:

<<http://www.poluicaosonora.com.br.htm>>. Acesso em 20/11/2006.

Porto Alegre, ed.79, p. 8-14, 1998.

PRADO, M. A. – Avaliação da Perda de Audição em Motoristas de Caminhão de Bauru no Transporte Rodoviário de Cargas a Média Distância. Bauru, 1994. p. 7-13 – *Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança no Trabalho)* – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista.

RIFFEL, GERMANO, GERGES, Samir. Qualificação de câmara acústica para ensaio subjetivo de protetores auditivos. In: 1º CONGRESSO IBERO AMERICANO DE ACÚSTICA, 2003, Florianópolis. Anais FIA. Florianópolis/SC, 2003.

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

SANTANA, V. S.; BARBERINO, J. L., Exposição ocupacional ao ruído e hipertensão arterial. *Revista de Saúde Pública*, v. 29, p. 478-487, 1995.

SANTOS, D. H. – Avaliação do Risco Auditivo e Determinação da Perda Auditiva Induzida por Funcionários de uma Caldeiraria. Bauru, 1998. p. 7-13. Dissertação (Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista.

SANTOS, U. de P. & MATOS, M. P. Ruído: riscos e prevenção. 2. ed. São Paulo: Hucitec. 1996. 157p.

SANTOS, U. P.; et al. Ruído: Riscos e Prevenção, 2° ed. São Paulo: Hucitec, 1996.

SATALOFF, J. HEARING LOSS. T.3. *Lippincott Co.* Filadélfia. 1980.

STEFFANI, J.A.-“ Comparação das técnicas de medição e análise de incertezas da exposição ao ruído dos usuários de fone de ouvido” Tese de Doutorado- Universidade Federal de Santa Catarina –UFSC-Florianopolis/SC – 2005.

TALAMINI, M. E. A perda auditiva induzida por ruído em motoristas de ônibus. *Tuiuti Ciênc Cul*, v. 2, p. 41-56, 1994.

TAYLOR, W.; et al. Study of noise and hearing in jute weaving. *J. Acoust. Soc. Am.*, v. 38, p. 113-120, 1964.

TORREIRA, R. P. – *Segurança Industrial e Saúde*. São Paulo: Libris, 1997. p. 299-319, 361-379.

VALLE, C. E. – O Ambiente na Indústria. In:\_. *Implantação de Indústrias*. Rio de Janeiro: *Livros Técnicos e Científicos*, 1975. p. 212-241.

VIEIRA, K. G. Perda da força sofrida pelo arco do equipamento de proteção individual auricular tipo concha de acordo com o tempo de utilização. 2003. 73p. Monografia (Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho), Unesp, Bauru/SP, 2003.

WITTMACK, D. Über schädigung des gehörs durch Schalleinwirkung. *Z. Ohrenkeilkunde*, v. 54, p. 37-80, 1907.