

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
PROGRAMA DE ENSINO PROFISSIONAL MARÍTIMO

Perda Auditiva Induzida por Ruído em Embarcações Mercantes

Elton Anderson Moura de Santana

Rio de Janeiro

2012

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
PROGRAMA DE ENSINO PROFISSIONAL MARÍTIMO

Perda Auditiva Induzida por Ruído em Embarcações Mercantes

Elton Anderson Moura de Santana

Monografia apresentada ao Curso de
Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas,
sob orientação do professor Luiz Otávio.

Rio de Janeiro
2012

CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAIS DE MÁQUINAS

FOLHA DE APROVAÇÃO

AUTOR: Elton Anderson Moura de Santana

ORIENTADOR: Prof. Luiz Otávio

GRADUAÇÃO: _____

Prof. Luiz Otávio
ORIENTADOR

RESUMO

O mundo atualmente é um lugar extremamente ruidoso. Este ruído atua de forma indiscriminada no ser humano. As conseqüências no organismo são muitas, dentre elas, encontra-se a PAIR (Perda Auditiva Induzida Por Ruído). Este projeto de pesquisa enfocou a PAIR, suas causas e conseqüências tanto físicas quanto psicológicas, embarcações mercantes brasileiras, identificando os níveis de ruído a que estão sujeitos todos os profissionais diretamente envolvidos nesta área, além de propor medidas preventivas a este risco ocupacional.

A falta de informação tem uma grande influência neste alto índice perda auditiva induzida por ruído. Não existe ainda um trabalho educativo eficaz que focalize as causas e conseqüências do ruído a bordo de embarcações mercantes, os quais poderiam ser quase que completamente evitados com correta utilização dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI).

Somente quando os armadores começarem a se conscientizar que o marítimo deve ser tratado como uma das prioridades da empresa de navegação, poderão então, prevenir, evitar e tratar as possíveis alterações tanto físicas quanto psicológicas, permitindo então que os trabalhadores possam atuar de forma plena em sua função.

Palavras-chave: Perda Auditiva, Ruído, EPI, Danos Físicos, Danos Psicológicos

ABSTRACT

Nowadays the world is a very noisy place. This noise impress in many diferent ways in human beings. One of the consequences of this noise is the Hearing Loss Induced By Noise (HLIN). This project was focused on the HLIN and its physical and psychologic results on Brazilian merchant vessels, indetifying what noise levels the employees are subjected and also offer a solution of prevention of this risk.

The lack of information is one of the main reasons for this hearing loss induced by noise. There is not a effective essay focused on the causes and consequences of the noises on board merchant ships and how it could be avoided just by the use of the proper PPE.

Only when the ship company owners start to be aware that its employee should be treated as a priority of the company this problem is either physical or psycholocal may be estinguished.

Key-Words: Hearing Loss, Noise, PPE, Physical Damages, Psychological Damages.

“Somos feitos da matéria dos sonhos”

Shakespeare

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE TABELAS.....	10
LISTA DE GRÁFICOS.....	11
1 - INTRODUÇÃO.....	12
2 – DISCUSSÃO TEÓRICA.....	13
2.1 – Som x Ruído.....	13
2.1.1 – Ruído Contínuo.....	15
2.1.2 – Ruído Intermitente.....	15
2.1.3 – Ruído Impulsivo.....	16
2.2 – Tipos de Ruído.....	16
2.3 – Medição e Controle do Ruído.....	17
2.4 – Nivel de Pressão Sonora.....	17
2.5 – Limite de Tolerância.....	18
2.6 – Ouvido Humano.....	20
2.6.1 – Percepção Sonora.....	21
3 – PERDA AUDITIVA INDUZIDA POR RUÍDO (PAIR).....	23
3.1 – Relação entre Ruído e PAIR.....	27
4 – DEFICIÊNCIA AUDITIVA.....	31
4.1 – Trauma Acústico.....	33
4.2 – Anatomia e Fisiologia Relacionadas à PAIR.....	34
4.3 – Alteração Temporária de Limiar (TTS).....	38
4.4 – Lesões da Orelha Interna.....	38
5 – PREVENINDO A PERDA AUDITIVA.....	40
5.1 – Equipamento de Proteção Individual (EPI).....	41
5.2 – Protetores Auriculáres.....	42
5.2.1 – Classificação Quanto a Tipo.....	43
5.2.1.1 – Protetores Tipo Concha.....	43
5.2.1.2 – Protetores Tipo Plug ou Inserção.....	45

5.2.1.3 – Protetores Tipo Semi-Inserção.....	46
6 – PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO AUDITIVA (PCA).....	47
6.1 – Implantando o PCA.....	47
6.1.1 – Diretrizes.....	47
6.1.2 – Atividade de Monitorização.....	48
6.1.3 – Atividade de Controle.....	48
6.1.4 – Atividades Administrativas.....	48
6.1.5 – Atividades Educativas.....	49
6.1.6 – Avaliação da Eficácia do Programa.....	49
7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Níveis de Pressão Sonora.....	18
Figura 2 – Ouvido Interno.....	20
Figura 3 – Esquema Representando a Audição Humana.....	20
Figura 4 – Percepção Auditiva.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Máxima Exposição Diária Permitida.....19

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Frequência (Amplitude x Tempo).....	13
Gráfico 2 – Intensidade Sonora.....	14

1 – INTRODUÇÃO

A poluição sonora vem se tornando um problema cada vez maior nos centros industriais, exigindo ações e formas de controle para minimizar os efeitos nocivos sobre o meio ambiente em geral. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) saúde é o estado completo do bem estar mental e social e não apenas a ausência de doenças e/ou enfermidades.

O ruído também é considerado pela OMS como o terceiro agente causador de poluição, sendo superado, apenas pela poluição do ar e da água.

O som é parte tão comum de nossa vida que raramente apreciamos as formas como esse se manifesta. Ele nos permite ouvir música ou o canto dos pássaros, além de possibilitar a comunicação. O som nos alerta e previne também, permitindo a diferenciação de várias situações, tais como: campainhas, alarmes de perigo, etc. Ele também nos possibilita diagnosticar problemas em equipamentos mecânicos. Além disso, diversas aplicações são viabilizadas pelos princípios de propagação do som tais como o sonar, controle ativo de ruído, a limpeza de peças com ultra-som e outros.

O avanço industrial tem transformado o som em agente potencial de desconforto, podendo, em alguns casos, ter um grande efeito nocivo. O som de caráter desagradável, que chamamos de ruído, é fonte de estresse e distúrbios psicossomáticos. Praticamente todas as atividades industriais têm o ruído como agente potencial de risco manifestando-se em maior ou menor intensidade. Um trabalhador gasta em média 20% de energia a mais em ambientes ruidosos.

Este trabalho tem como principal objetivo quantificar o ruído na praça de máquinas de um navio mercante, até então desconhecido e recomendar a utilização de proteção individual, propondo medidas que venha reduzir as estatísticas de casos de perda auditiva a bordo, proporcionando mais qualidade de vida e menos pessoas acometidas de Perda Auditiva Induzida por Ruído.

2 – DISCUSSÃO TEÓRICA

2.1 – Som x Ruído

Som é um fenômeno acústico que compreende qualquer vibração em meio elástico. Para que seja percebido, deve estar inserido dentro da faixa de frequência captável pela orelha humana e deve haver uma variação de pressão para a percepção. É composto de frequência e intensidade.

A frequência é a variação da pressão sonora e é medida em Hertz (Hz) ou ciclos por segundo (c/s).

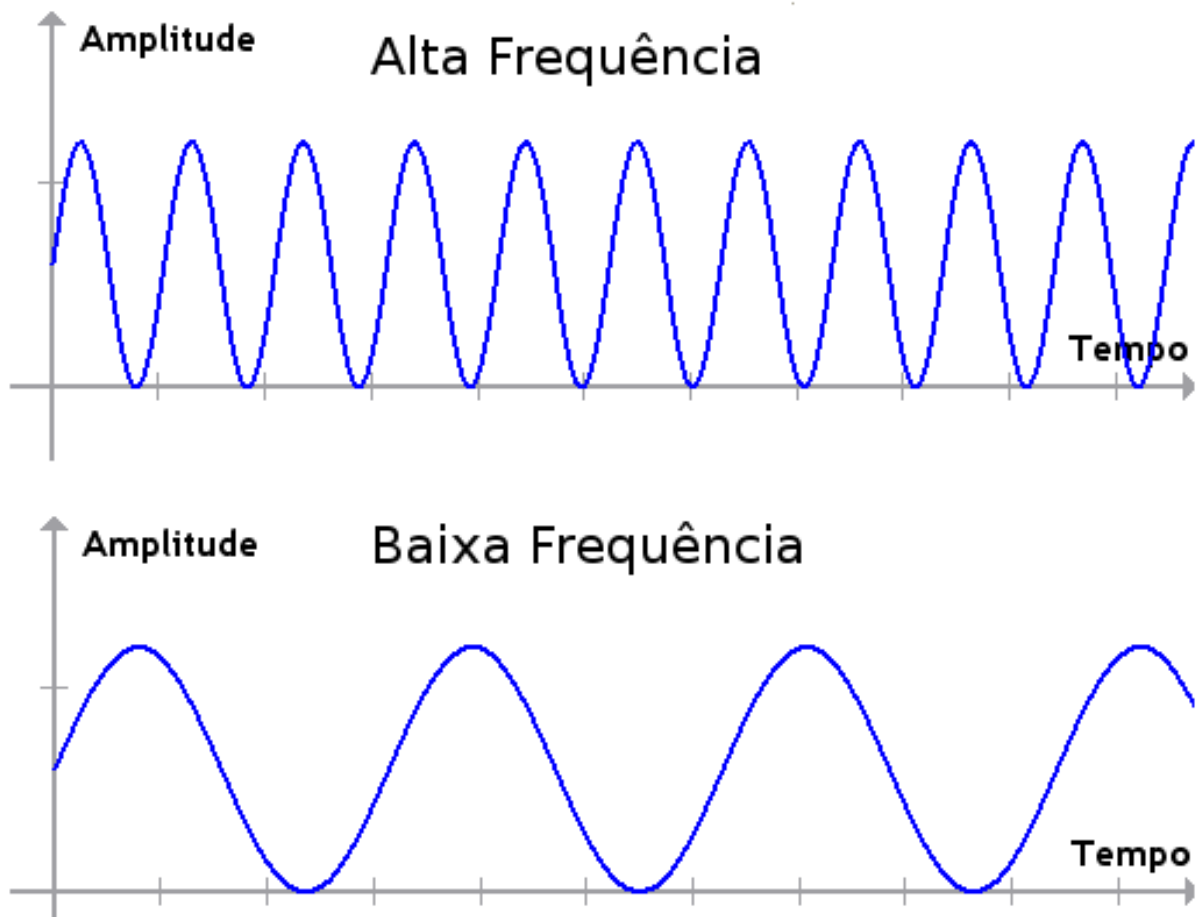
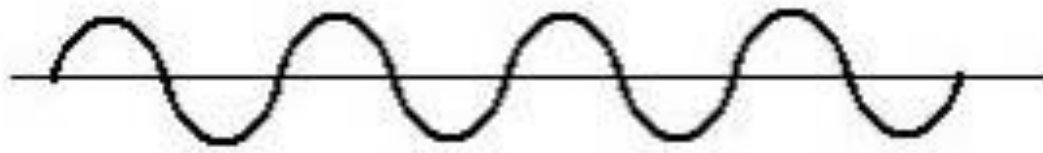
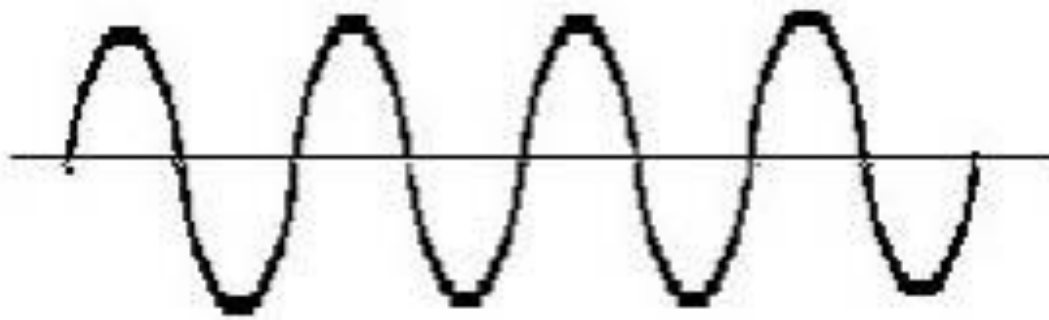


Gráfico 01 – Frequência (Amplitude x Tempo)

Intensidade é a quantidade de som que estamos recebendo. Também conhecida como altura ou volume, é medida em decibel (dB).



som menos intenso (volume mais baixo)



som mais intenso (volume mais alto)

Gráfico 02 – Intensidade Sonora

As faixas de frequência do ruído dividem-se em:

- Ruídos agudos : são ruídos finos, de alta frequência, geralmente irritantes e de vibração pouco significativa.
- Ruídos graves : são ruídos grossos, de baixa frequência, pouco irritantes e de grande poder de vibração.

A faixa de audição humana é compreendida na área de frequências de 20 a 20.000 Hz, de 0 a 120 dBNPS (Nível de Pressão Sonora). Os limiares de desconforto se encontra a 120 dBNPS e de dor a 140 dBNPS (Santos&Russo,1993).

O ruído é basicamente todo som que não é desejado ou perturbador. Todos os sons que ouvimos podem ser classificados como ruído, desde que sejam indesejados

por outros indivíduos que os escutam. Pode-se considerar ruído aquele sinal acústico que influencia o bem estar físico e mental do indivíduo (Russo ,1993).

A utilização do termo “ruído” tem gerado controvérsias, pois é associado geralmente a sons indesejados ou desagradáveis. Mas deve-se ter em mente que sons “agradáveis” a nossos ouvidos, como, por exemplo, uma música, dependendo da intensidade que está sendo escutada, pode levar a danos auditivos irreversíveis.

Isto quer dizer que, qualquer som, considerado ruído ou não, em forte intensidade e sendo ouvido regularmente, pode ser considerado como prejudicial à audição do homem.

De acordo com a norma ISO 2204/1973 (International Standard Organization), os ruídos podem ser classificados em :

- Contínuo : ruído com variações de níveis desprezíveis durante o período de observação; até +/- 3 dB.
- Intermitente : ruído cujo nível varia continuamente de um valor apreciável durante o período de observação; superior a +/- 3 dB.
- Ruído de impacto ou impulso : ruído que se apresenta em picos de energia acústica de duração inferior a um segundo.

2.1.1 – Ruído Contínuo

O ruído contínuo é o que permanece estável com variações máximas de 3 a 5dB durante um longo período.

O ruído contínuo é produzido pela máquina que opera sem interrupção na mesma forma, por exemplo: ventiladores, bombas e em máquinas de processamento em geral. Medir por alguns minutos com equipamentos portáteis é suficiente para determinar o nível do ruído.

2.1.2 – Ruído Intermitente

O ruído intermitente é aquele com variações maiores ou menores de

intensidade.

Quando as máquinas operam em ciclos, ou quando da passagem de veículos ou mesmo de aviões o nível de ruído pode ser medido apenas como ruído contínuo. Entretanto, a duração do ciclo deve ser anotada. A passagem de um veículo ou avião é chamada de um evento, o nível de exposição de ruído é medido, combinando-se o nível e a duração deste em um único resultado. Vários eventos similares podem ser medidos para que se estabeleça uma média confiável.

2.1.3 – Ruído Impulsivo

O ruído de impacto ou impulsivo apresenta picos com duração menor de 1 segundo, a intervalos superiores a 1 segundo.

O ruído de impactos ou explosões, por exemplo, de um bate estacas, de uma prensa hidráulica ou de um tiro de revólver, é chamado ruído impulsivo. É breve e abrupto, e seu efeito causa perturbação maior do que o esperado em uma simples medição do nível de pressão sonora. Para se quantificar a impulsividade do ruído, a diferença entre um parâmetro de resposta rápida e um de resposta lenta pode ser usado. A taxa de repetição (n° de impulsos por segundo, minuto, hora ou dia) deve também ser documentada.

2.2 – Tipos de Ruído

Os tipos de ruídos existentes são classificados em:

- Ruído direto : indivíduo diretamente em frente da fonte geradora do ruído.
- Ruído refletido : não está perto da fonte sonora, mas está próximo do obstáculo refletor.
- Ruído de fundo : como o próprio nome já diz, não está diretamente inserido no ambiente, e sim indiretamente. Exemplo deste tipo de ruído é o trânsito.

2.3 – Medição e Controle do Ruído

Para realizar-se a medição do ruído, são utilizados dois tipos de medidores de nível de pressão sonora, o medidor de nível de pressão sonora e o dosímetro.

Esses medidores são dotados de um sistema onde microfone é peça essencial, juntamente com um amplificador e um indicador de nível.

O circuito de medição desses instrumentos pode ter respostas LENTAS, que são empregadas em medições de ruídos cujo nível varia excessivamente, obtendo-se um valor médio; ou resposta RÁPIDA, que é empregada para ruído contínuo de nível constante ou para determinação de valores externos de ruído intermitente. O circuito de medição deve ser específico, no caso de ruídos de impacto ou impulso.

2.4 – Nível de Pressão Sonora

A escala da audição humana é de 0 dB a 120 dB. O NPS em uma biblioteca é cerca de 30 dB e como os seres humanos raramente estão em ambientes mais calmos que este, não é possível frequentemente serem percebidos sons (ou mesmo ruídos) abaixo deste nível sem que estes sejam mascarados pelo ambiente em torno da fonte geradora.

Na outra extremidade da escala a 120 dB, onde consideramos o limiar inicial da dor, onde os ouvidos começam a sentir a dor a partir deste volume, danos permanentes a audição humana ocorrerá. As medições dos concertos de Rock frequentemente chegam a 120 dB e às vezes chegam ao excesso de 130 dB próximo às caixas acústicas. A 130 dB, o tímpano está em seus limites físicos e está distorcendo o som. O som está sendo distorcido porque o duto do ouvido não pode se mover para frente e para trás assim como a pressão de ar que está chegando neste. Assim este alcança seu limite e pára de vibrar.



Figura 01 – Níveis de Pressão Sonora
 (Fonte: <http://members.tripod.com/caraipora>, acessado em 15/07/2012)

2.3 – Limite de Tolerância (LT)

Os valores de aceitabilidade são chamados de Limites de Tolerância (LT) e devem ser interpretados como níveis de pressão sonora aos quais a maioria dos trabalhadores podem estar expostos diariamente, sem que resulte em efeitos nocivos à saúde.

Caracterizar um ruído como irritante pode depender de vários aspectos subjetivos. Por exemplo, deve considerar se o mesmo é desejável ou não pelas pessoas expostas. No ambiente, nem sempre o ruído presente é considerado nocivo. Porém ele pode ter um NPS (Nível de Pressão Sonora) e /ou uma determinada frequência que possa causar desconforto para a prática de algumas atividades que exijam determinado nível de concentração.

A NR-17 destaca a importância de conforto no ambiente de trabalho. Neste caso, avalia-se os níveis que superam 64 dB(A), considerados irritantes, trazendo desconforto para as pessoas. Acima de 85 dB(A), para uma jornada de trabalho de 8 horas, o ruído passa a ser nocivo ao trabalhador. Vale lembrar que a NR-9 (PPRA) e NHO 01 da FUNDACENTRO destacam a necessidade de atenção especial para os ruídos variando entre 80 dB(A) e 85 dB(A), onde se caracteriza o chamado nível de ação.

Nível Sonoro (db)	Máxima Exposição Diária Permitida
85	8 horas
90	4 horas
95	2 horas
102	45 minutos
105	30 minutos
115	7 minutos

Tabela 01 – Máxima Exposição Diária Permitida

2.4 – Ouvido Humano

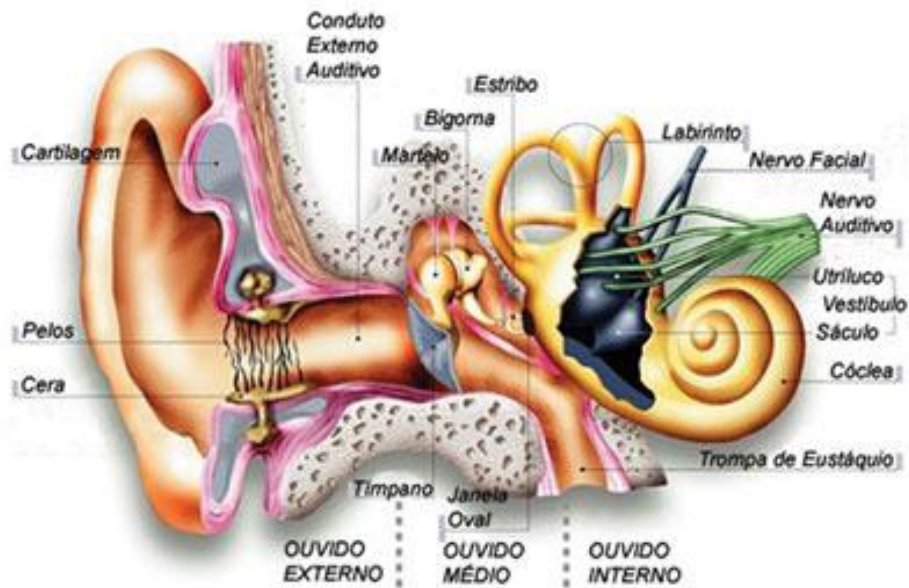


Figura 02 – Ouvido Interno

A história começa em Grécia antiga, no sexto século AC, quando Pitágoras, um filósofo e matemático, teorizou que o som era uma vibração no ar. Seus sucessores reconheceram que as ondas sonoras provocam movimento ao tímpano, transmitindo as vibrações ao interior do sistema auditivo. Mas a evolução da compreensão da audição era lenta. O mundo teve que esperar um pouco mais pelos próximos avanços seguintes em nossa compreensão da audição.

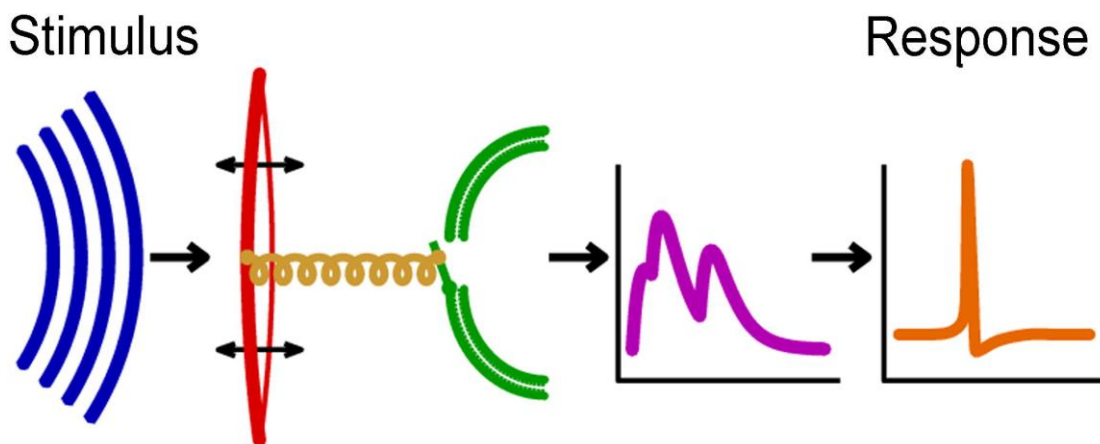


Figura 03 – Esquema representando a audição humana.

(Azul: ondas sonoras; Vermelho: tímpano; Amarelo: cóclea; Verde: Células receptoras de som; Púrpura: espectro de frequências da resposta da audição; Laranja: Potencial de ação do nervo).

Hoje sabemos que as partes externa e média do ouvido têm a função de captar e transmitir os estímulos para a ouvido interno. É onde estão localizados os receptores sensoriais. O pavilhão auditivo e o canal externo conduzem o som até o tímpano, membrana que vibra com as variações de pressão. Esta vibração é transmitida aos ossículos “martelo, bigorna e estribo” ocorrendo uma transmissão e amplificação por vibração. Este último está ligado à janela oval, que separa o ouvido médio do interno.

No ouvido médio, existem também músculos cuja finalidade é amortecer eventualmente a movimentação dos ossículos para proteger o ouvido interno. No ouvido médio, encontram-se, também, uma extremidade da trompa de Eustáquio, cuja finalidade é equalizar a pressão do ar em ambos os lados do tímpano.

No ouvido interno encontram-se três seções que são o vestíbulo, os canais semicirculares e a cóclea. A cóclea é um canal triplo, espiralado ao redor de um eixo ósseo. Na cóclea que é uma coluna cheia de fluído, encontra-se as células especiais ciliadas, que constituem o órgão de Corti, fundamental para a audição. Nessas células ciliadas encontram-se terminais nervosos.

As variações de pressão chegam ao ouvido externo e vão atuar sobre o tímpano, fazendo com que o mesmo vibre. Esta vibração é transmitida aos ossículos do ouvido médio que, por sua vez, transmitem o movimento ao ouvido interno e, conseqüentemente, ao fluído que se encontra na cóclea. Este, sendo um líquido incompressível, formará “ondas”. Os picos da movimentação do fluído irão variar com a freqüência do movimento vibratório e, assim, zonas diferentes do órgão de Corti serão atingidas por sons de freqüências diferentes.

As células ciliadas do órgão de Corti possuem a capacidade de transformar o estímulo mecânico recebido em estímulos nervosos e desencadear impulsos nas fibras nervosas. Estes sinais vão, através do VIII par craniano, chegar ao cérebro onde serão interpretados como sensação sonora.

2.6.1 – Percepção Sonora

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

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

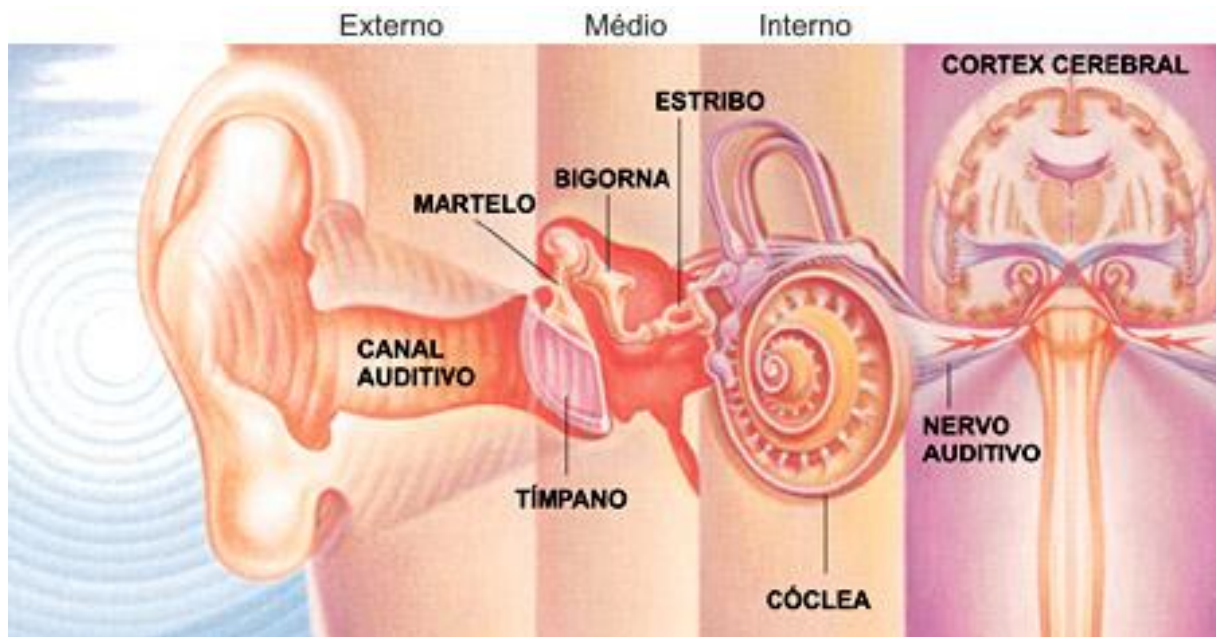


Figura 04 – Percepção Auditiva

A orelha humana é capaz de perceber frequências de 20 a 20.000Hz, 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 orelha humana e representa fisicamente seu funcionamento (RIFFEL, 2001).

3 – PERDA AUDITIVA INDUZIDA POR RUÍDO (PAIR)

A poluição sonora é um problema mundial crescente hoje, o qual tem efeitos adversos imediatos e acumulativos sobre a saúde. Quando um indivíduo está a sons intensos, isto é, som muito alto ou sons altos por um longo período de tempo, as estruturas sensíveis do ouvido interno podem ser danificadas, causando a Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR).

Sons de intensidade e duração suficientes danificarão o aparelho auditivo resultando em perda temporária ou permanente da audição. O efeito de estímulos repetitivos de sons é acumulativo durante a vida e não é tratável. Danos na audição têm impacto maior na habilidade de comunicação dos indivíduos. Infelizmente, embora a PAIR seja tratável, nosso ambiente está cada vez mais ruidoso e cada vez mais pessoas estão expostas a esse risco.

As maiorias dos sons no ambiente que produzem efeitos permanentes ocorrem ao longe de um período (por exemplo, aproximadamente 8 horas por jornada de trabalho por um período de 10 ou mais anos). Em contra partida, há alguns tipos de ruídos, particularmente os de impacto ou explosivos que podem causar danos mesmo com uma única exposição. O limiar entre estas duas categorias de ruídos é de difícil indicação porque nem todas as pessoas respondem aos ruídos da mesma maneira. Assim, se um ruído em uma dada banda de frequência, intensidade e duração é considerado perigoso, deve-se especificar para que faixa da população este é perigoso e, dentro dessa faixa, por que critério de dano (se anatômico, audiométrico ou de fala) é perigoso.

Embora as exposições sonoras que são potencialmente perigosas à audição sejam normalmente definidas em termos de intensidade sonora, bandas de frequência, e período de exposição; Há várias aproximações simples que indicam que uma exposição sonora pode ser considerada perigosa. Dentre estas são apresentadas as seguintes: Se o ruído é consideravelmente mais intenso que o nível de uma conversação normal, este é o potencialmente prejudicial. O ruído também pode ser considerado perigoso se o ouvinte experimentar:

- a) Dificuldade de manter uma conversação ao mesmo tempo da emissão do ruído;

- b) Zumbido no ouvido (tinnitus) após a exposição ao ruído; e/ou
- c) O sentimento de que o som parece abafado após a saída do indivíduo da área exposta ao ruído.

A probabilidade de que um ruído possa danificar a audição está relacionada com o nível de pressão sonora global, com o espectro de frequência e com o parâmetro temporal do ruído versus duração da exposição. As lesões auditivas produzidas pelo ruído podem ser agudas ou crônicas, sendo que o mais freqüente é a crônica que tem uma instalação lenta e insidiosa.

Segundo Ferreira (1998) a PAIR se caracteriza pela perda gradual e progressiva da acuidade auditiva e a sua forma de apresentação é determinada por estes aspectos:

- Ser sempre neurosensorial, pois afeta a cóclea do indivíduo. Isso significa que a PAIR é um tipo de perda auditiva irreversível;
- Ser, geralmente, bilateral;
- Não haverá progressão da PAIR, caso seja cessada exposição do indivíduo ao ruído;
- A presença de PAIR não torna o indivíduo mais sensível à exposição ao ruído. Ao contrário, à medida que aumenta o grau da perda de audição, a progressão da perda se dá mais lentamente;
- Possui características típicas ao nível de suas configurações audiométricas.

A PAIR ocupa o segundo lugar entre as doenças mais freqüentes do aparelho auditivo, sendo superada apenas pela presbiacusia (degeneração auditiva pela idade). Também ocupa o segundo lugar entre as doenças ocupacionais, sendo suplantada apenas pelas dermatoses ocupacionais.

Segundo Brookhouser (1994) dos 28 milhões de americanos com algum grau de perda auditiva, pelo menos, uns 10 milhões destes tem perdas causadas em parte por exposição excessiva ao ruído no local de trabalho ou adquiriram durante alguma atividade recreativa. De acordo com Daniell et al. (1998) o custo econômico da perda auditiva ocupacional foi estimado em alguns bilhões de dólares. Perda auditiva induzida por ruído foi reconhecida desde a revolução industrial. Um termo antigo usado para defini-la foi “Doença dos caldeireiros”, devido ao grande número de trabalhadores nesta área que desenvolveram tal perda, NOISH (1998).

A PAIR é o mais comum risco ocupacional (irreversível) no mundo. As Organizações da Saúde mundiais estimam que 120 milhões de pessoas no mundo inteiro possuem algum tipo de dificuldade auditiva. Mais de 30 milhões de americanos estão expostos a níveis de intensidade sonora perigosos com certa freqüência. Indivíduos de todas as idades podem desenvolver a PAIR. As exposições prejudiciais devido ao ruído ocorrem tanto no local de trabalho, como também em casa ou em locais de recreação.

De acordo com Suter e von Gierke (1987) o ruído é a causa mais comum de perda auditiva nos Estados Unidos. Vinte e cinco por cento da força de trabalho americana está regularmente exposta a ruídos potencialmente danosos a saúde. Devido ao risco ocupacional de perda auditiva induzida por ruído, há padrões regulamentares que determinam os limites de exposição permitidos. Pessoas que trabalharam antes da metade de 19960 deveriam estar exposta a níveis bem mais altos do que os permitidos hoje, já que não havia leis nos Estados Unidos determinando o uso de dispositivos para proteger a audição.

Alguns sons são tão fracos fisicamente que não são ouvidos, outros são percebidos, mas não apresentam nenhum efeito provisório ou permanente. Os sons prejudiciais são aqueles suficientemente fortes, duradouros e envolvem apropriadas freqüências de modo que a perda de audição seja contínua.

Exposições prolongadas a ruídos podem danificar a fina membrana do ouvido interno. Células e nervos no ouvido interno são destruídos por exposição contínua e repetitiva a sons altos. Se uma quantidade considerável de células e nervos é destruída, a audição é permanentemente danificada.

Quando o ruído atinge a audição depende da intensidade, freqüência e o tempo de exposição ao ruído. A intensidade sonora com o tempo de exposição está relacionada de forma inversa, quanto maior a intensidade sonora menor tem que ser o tempo de exposição para que ocorra dano na audição.

Os efeitos de ruídos impulsivos podem ser instantâneos e resultar em uma imediata perda auditiva que pode até ser permanente. As estruturas do ouvido interno podem ser severamente danificadas. Este tipo de perda auditiva pode ser acompanhado pelo tinnitus – soando, zumbindo ou rugindo nas orelhas ou cabeça - que pode persistir durante o tempo.

Perda auditiva e tinnitus podem ser percebidas em um ou ambos os ouvidos, e tinnitus pode ser contínuo ou intermitente durante toda a vida.

O dano ocorre lentamente com o passar dos anos com a exposição continuada a ruídos e é acompanhado por várias mudanças na estrutura das células ciliares. Exposição a ruídos contínuos ou de impacto pode causar apenas uma perda temporária. Se a audição se recuperar, a perda temporária é chamada de deslocamento provisório do ponto inicial (temporary threshold shift). Tal deslocamento na sua maioria desaparece após 16 horas a exposição ao ruído intenso.

Uma das razões que as pessoas não percebem o perigo o ruído é que muita exposição ao ruído causa poucos sintomas de danos. A PAIR raramente causa sensação de dor. Os sintomas são normalmente sentimentos vago de pressão ou preenchimento nos ouvidos, falas que parecem ser abafadas ou estar longe, e um zunido no ouvido que é percebido em locais calmos. Estes sintomas podem desaparecer em minutos, horas ou mesmo dias após o fim da exposição ao ruído.

Quando os sintomas cessam, os indivíduos admitem que sua audição volte ao normal. Mas isso na realidade não é verdade. Mesmo que não haja mais sintomas, algumas das células no ouvido interno foram destruídas pelo ruído. A audição só retorna ao normal se células saudáveis suficientes forem deixadas no ouvido interno. Mas a PAIR se desenvolverá se a exposição for repetida e mais células forem destruídas.

O primeiro sinal da PAIR é a não audição de sons de alta freqüência, como o silvio de um pássaro ou o não entendimento de conversação de mulheres e de crianças. Se o dano continuar, a perda se acentua e sons de baixa freqüência, incluindo a voz masculina tornam-se de difícil inteligibilidade.

Tipicamente os indivíduos com PAIR ouvem pior nas altas freqüências enquanto que a percepção de sons em baixa freqüência é normal ou próximo a isto. Em inglês, as vogais (A, E, I, O, U) são sons de baixa freqüência enquanto que as consoantes, a principal informação na fala, são sons de alta freqüência. Assim em uma conversação normal, um indivíduo com uma perda auditiva perceberá apenas parte de cada palavra, perdendo as consoantes que contém a informação.

Considerando-se os ruídos que podem danificar a audição, um ponto é claro: é a energia acústica do som que chega ao ouvido, que é importante, não sua fonte. Isto é, não importa se o ruído perigoso for gerado por uma máquina na indústria, por um amplificador de som em um concerto de rock, ou por um trator conduzido pelo ouvinte. Quantidades significativas de energia acústica que chegam ao ouvido provocarão danos – no trabalho, na escola, em casa, ou durante atividades de lazer. Embora haja

uma tendência concentrar os estudos nos ruídos ocupacionais mais significativos as mesmas regras aplicam-se a todos os ruídos potencialmente perigosos.

3.1 – 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 limiares auditivos do tipo neurosensorial (surdez neurosensorial), decorrentes da exposição ocupacional sistemática a níveis de pressão sonora elevados. Este 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 limiares auditivos em uma ou mais frequências da faixa de 3.000 a 6.000 Hz. As demais frequências 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 frequências 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 nervococlear 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 limiares tendem a recuperar-se na frequência de 8000 Hz. Verificou que as frequências graves, como 500Hz, 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 neuro-sensorial 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, tinitus, 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 à 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. Os Guthorpe 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 ao 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.

4 – DEFICIÊNCIA AUDITIVA

O número de pessoas afetadas pela deficiência auditiva está proporcionalmente relacionado ao grau de desenvolvimento do país. Os enormes contrastes se verificam seja por condições sócio-econômicas, diferenças culturais, fatores ambientais, hábitos de higiene e o principal: Falta de informação e ação preventivas. No Brasil estima-se que devam existir em torno de 15 milhões de pessoas com algum tipo de perda auditiva, sendo 350 mil destas, ausência total de audição.

Quem não escuta, tem dificuldade para se comunicar, portanto pode não compreender seu ambiente exterior e se expressar através da fala. A audição tão importante que dentre os órgãos é o único que permanece em alerta 24 horas do dia.

Em adultos da terceira idade a situação piora porque existem tendências a introversão e a segregação. Geralmente pessoas com esse tipo de deficiência tornam-se deprimidas, inseguras e sentem-se isoladas pela sociedade, interferindo totalmente na condição mais importante da vida moderna: a comunicação.

A perda da audição é geralmente um processo gradual, podendo ser tão lento que a pessoa afetada não percebe por um longo tempo, até que os outros já tenham suspeitado do seu problema, atingindo direta ou indiretamente as pessoas que estão ao seu redor. Na maior parte dos casos a perda é consequência natural da evolução do nosso sistema auditivo.

Normalmente pessoas com mais de 50 anos têm dificuldades ao ouvir de forma mais ou menos evidente e a compreensão das palavras é menos precisa.

A surdez é causada de duas formas: esta pode ser congênita ou a mesma pode ser adquirida.

Na surdez congênita estão aqueles indivíduos que já nascem surdos; e estão divididos em três grupos, que são: as hereditárias, aquelas causadas por influência genética; as pré-natas, causadas por má formação do indivíduo durante o desenvolvimento intra-uterino, por exemplo: durante a gravidez a mãe foi acometida de doenças como rubéola, citomegavírus, toxoplasmose, sífilis, apresentou anemia severa, sofreu radiação ou outros distúrbios metabólicos; e as peri-natais, ocasionadas por fatos ocorridos durante o parto, algumas horas após ou ainda nos primeiros dias de vida, como por exemplo: anóxia (falta de oxigenação no cérebro), hipóxia, pré-maturidade, baixo peso, traumas do parto, kerniktures (depósito de bilirrubina no

sistema nervoso central e eristroblase fetal (incompatibilidade do fator RH)).

Já a surdez adquirida ocorre naqueles indivíduos que nascem dentro dos padrões normais de audição e devido a fatores patológicos ou acidentais com a perder a capacidade auditiva. Dentro destes fatores podemos citar as infecções no ouvido (otites), o uso prolongado de antibióticos, diuréticos, analgésicos e antipiréticos (ototoxiose), perda auditiva induzida por ruídos (PAIR) – doença ocupacional. Traumas na região auricular (trauma acústico), doenças viróticas como caxumba, sarampo, catapora (paralisia facial).

Conforme Fernandes (1990) os graus de perda auditivos, segundo classificação da ISO (International Standards Organization) são a seguinte:

Limites normais	=>	10 a 26 dB;
Perda Leve	=>	26 a 40 dB;
Perda moderada	=>	41 a 55 dB;
Perda moderadamente severa	=>	56 a 70 dB;
Perda severa	=>	71 a 90 dB;
Perda profunda	=>	acima de 90 dB;

A audição por ser um processo muito complexo envolvendo várias fases, as quais para garantir a capacidade auditiva perfeita devem ocorrer em harmonia, contudo podem ocorrer algumas disfunções e ocasionar as perdas auditivas, que podem ser classificadas como:

Perda Auditiva Condutiva: São aquelas que apresentam interferência na condução do som desde o conduto auditivo externo até o ouvido interno (cóclea). O ouvido interno tem a capacidade de funcionamento normal, mas não é estimulada pela emissão das ondas sonoras. Esta estimulação poderá ocorrer com o aumento da intensidade do estímulo sonoro. A grande maioria das deficiências auditivas condutivas pode ser corrigida através de tratamento clínico ou cirúrgico, porém quando estes não são suficientes é indicado o uso da prótese.

Perda Auditiva Neuro Sensorial: São aquelas que devido a uma lesão nas células ciliadas da cóclea ou do nervo auditivo ocorre a impossibilidade de percepção sonora. Somente através de exames audiométricos específicos é possível a diferenciação

entre as lesões das células ciliadas da cóclea e do nervo auditivo. Este tipo de deficiência auditiva é irreversível.

Perda Auditiva Mista: São aquelas em que a transmissão das ondas sonoras sofrem alterações até o órgão terminal sensorial associada à lesão do órgão sensorial ou do nervo auditivo. O audiograma mostra geralmente limiares de condução óssea abaixo dos níveis normais, embora com comprometimento menos intenso do que nos limiares de condução aérea.

Perda Auditiva Central, disfunção auditiva central ou surdez central: Este tipo de deficiência auditiva não é, necessariamente acompanhado de diminuição da sensibilidade auditiva, mas manifesta-se por diferentes graus de dificuldade na compreensão das informações sonoras. Decorre de alterações nos mecanismos de processamento da informação sonora no tronco cerebral (Sistema Nervoso Central). Que geralmente é avaliado através de um exame específico, onde serão analisadas as respostas evocadas do Tronco Cerebral (BERA).

4.1 – Trauma Acústico

Quando há ruptura da membrana timpânica, sangramento das orelhas média e interna e subluxação dos ossículos da orelha média, pode-se suspeitar de um trauma acústico. Caracteristicamente é uma perda auditiva súbita, neurossensorial, conseqüente de exposição a um ruído muito intenso. Afeta freqüências altas e normalmente é unilateral. É uma alteração auditiva que pode ou não ser reversível, dependendo da sobrecarga neurossensorial decorrente dos intensos níveis de pressão sonora.

4.2 – Anatomia e Fisiologia relacionadas à PAIR

Um som de curta duração, mas com intensidade suficiente (por exemplo: um tiro de revólver ou uma explosão) pode provocar uma imediata, severa e permanente perda de audição, a qual é denominada de trauma acústico. Virtualmente tudo da estrutura do ouvido pode ser danificado, em particular o órgão de Corti, a delicada estrutura sensitiva da porção auditiva do ouvido interno (cóclea), que pode ser separada.

Exposição moderada pode inicialmente causar perda temporária, denominada Perda Auditiva Temporária (TTS). Mudanças estruturais associadas com TTS não estão totalmente estabelecidas, mas podem incluir subtas mudanças intracelulares nas células sensitivas (cílios) e o inchamento das terminações do nervo auditivo. Outro potencial efeito reversível inclui mudanças vasculares, exaustão metabólica e mudanças químicas nas células ciliares. Há também evidências de um decréscimo regional na rigidez da stereocília (no topo dos cílios), que pode se regenerar. Este decréscimo na rigidez da stereocília pode determinar um decréscimo no acoplamento da energia sonora às células ciliares, que altera deste modo a sensibilidade auditiva. Exposições repetitivas a ruídos que causam TTS; podem gradualmente ocasionar uma permanente PAIR em experimentos com animais. Neste tipo de injúria, o fluxo sanguíneo coclear pode ser alterado e algumas células ciliares são danificadas a cada exposição. Com a exposição continuada, o número de células ciliar danificadas aumenta.

Embora a maioria das estruturas do ouvido interno possa ser danificada pela exposição excessiva ao ruído, as células sensoriais são as mais vulneráveis. Os danos a stereocília são frequentemente a primeira mudança, especificamente, alteração nas raízes das estruturas que normalmente ancoram a stereocília no topo dos cílios. Uma vez destruídas, as células sensoriais não são substituídas. Durante o período de recuperação entre alguma exposição sonora, regiões danificadas do órgão de Corti curam formando cicatrizes. Este processo é muito importante porque re-estabelece uma barreira entre os dois fluidos do ouvido interno (perilínfa e endolínfa). Se esta barreira não é re-estabelecida, a degeneração das células ciliares pode continuar. Além do que, uma vez o número suficiente de células é perdido, as fibras nervosas desta região também degeneram. Com a degeneração das fibras do nervo coclear,

não há degeneração correspondente no sistema nervoso central. A extensão que estas mudanças neurais contribuem para a PAIR ainda não está clara. Com períodos moderados de exposição a ruídos de alta frequência potencialmente perigosos, o dano é usualmente confinado a uma área restrita na área de alta frequência da cóclea. Comparando-se com a exposição a ruídos de baixa frequência, mas também podem afetar as regiões de alta frequência. A predominância do dano em diferentes regiões cocleares com diferentes períodos de exposição reflete fatores tais como a ressonância no canal auditivo, as características de transferência do ouvido médio e as características mecânicas do órgão de Corti e a membrana basilar.

A perda auditiva é medida pela determinação dos limites da audição (avaliação) em várias frequências. Uma completa avaliação também deve incluir medidas de entendimento da fala a níveis do ouvido médio. Audiometria de tons puros é também usada nos programas de conservação da audição nas indústrias para determinar se proteções adequadas contra níveis perigosos de ruído estão sendo fornecidas.

O primeiro sinal da PAIR é usualmente a perda da sensibilidade nas altas frequências de 3000 a 6000 Hz. Com o aumento da perda auditiva induzida por ruído ou com o aumento da idade, o limiar a 8000 Hz deve pior e eliminar este padrão de característica audiométrica.

Assim a presença, a presença ou ausência da PAIR não pode ser estabelecida baseada na forma audiométrica, por si só. A perda auditiva é usualmente bilateral, mas alguns graus de assimetria não são incomuns, especialmente com alguns tipos de fontes de ruídos lateralizados como as armas de fogo. Após a exposição moderada de ruídos, TTS pode ocorrer, e, durante um período de relativo “silêncio”, o limite retornará a níveis normais. Se a exposição continuar em uma base regular, resultará em uma perda auditiva permanente (PTS), aumentando em magnitude estendendo para frequências mais altas e mais baixas. Se a exposição continuar, a PAIR aumenta, mais rapidamente com o passar dos anos. Após muitos anos de exposição, os níveis da PAIR decaem em baixas frequências. Embora o TTS e o PTS sejam correlacionados, a relação não é forte o suficiente para usar o TTS como determinante da magnitude da perda de audição permanente.

Uma importante consequência da perda da sensibilidade associada a PAIR é a dificuldade no entendimento da fala. Visto que uma grande parte da energia desprendida na fala está dentro da escala de baixa frequência, muitas das informações necessárias para diferenciar uma fala de outra é contida dentro das frequências mais

elevadas. Com significativas perdas de audição nas altas frequências, importantes informações da fala são frequentemente inaudíveis ou inutilizadas. Outro som de interferência como os ruídos de fundo, vozes discutindo, ou compartimentos de reverberação podem reduzir ainda mais a habilidade de percepção auditiva de um ouvinte com audição danificado.

A PAIR pode interferir na vida diária, especialmente aquelas atividades sociais que ocorrem em locais ruidosos. Maiores esforços são necessários para a compreensão da fala nestas condições, que levam à fadiga, à ansiedade, e ao stress. A perda de audição está associada com a depressão nos mais velhos e pode estar relacionada a demência e a disfunções do conhecimento. Estudos sistemáticos dos efeitos da perda auditiva na qualidade de vida focalizaram somente os indivíduos acometidos da PAIR; conseqüentemente, estudos mais profundos são necessários.

A PAIR ocorre no dia a dia, tanto em ambientes ocupacionais como em não ocupacionais. As perguntas cruciais para a prevenção destas são as seguintes:

- 1) O que as pessoas podem fazer para proteger a si próprias da PAIR?
- 2) Qual a função dos outros, tais como educadores, empregadores, ou o Governo, na prevenção da PAIR?
- 3) Que estratégias gerais devem ser empregadas para impedir a PAIR?

As respostas a estas perguntas são conhecidas há muito tempo, mas as soluções não foram eficazmente executadas em muitos casos. Em conseqüência, muitas pessoas sofrem desnecessariamente com a perda de audição.

A PAIR não é reversível, mas pode ser evitada, através de medidas preventivas. Todos os indivíduos devem compreender os perigos do ruído e como praticar a prevenção da PAIR e de uma vida saudável na vida diária, seguindo algumas diretrizes básicas como as listadas a seguir:

- Ruídos podem causar danos à saúde (aquelas acima de 75 decibels);
- A utilização de proteção auricular é imprescindível quando se estiver em atividades ruidosas;
- Estar sempre alerta aos ruídos perigosos no ambiente;
- Orientar e proteger as crianças que são demasiado novas se protegerem;
- Orientar a família, os amigos e os colegas sobre os perigos dos ruídos;

- Consultar regularmente os otorrinolaringologistas para exames audiométricos periódicos.

A conservação da audição deve começar trazendo o cada indivíduo informações básicas. A PAIR é insidiosa, permanente, e irreparável, causando a interferência na comunicação que pode afetar substancialmente a qualidade de vida. Zumbidos nos ouvidos e sons abafados após a exposição sonora são indicadores de risco potencial. Exposições sonoras perigosas podem causar danos significativos sem a sensação de dor, e os cuidados posteriores com a audição não a restauram ao normal. As pessoas devem ficar alertas a situações de ruídos intensos e evita-las se possível, além de usar corretamente as proteções auditivas. É importante saber que tanto a intensidade do ruído como sua duração contribui ao risco total. Determinados ruídos, tais como explosões, podem causar os danos permanentes imediatos.

Os programas de conservação auditiva para ambientes ocupacionais devem incluir os seguintes componentes interativos:

- Exames audiométricos para avaliar o grau de exposição de ruído;
- Medidas do controle tanto de engenharia como administrativas visando a redução de exposição ao ruído;
- Medidas educativas visando informar os indivíduos expostos ao risco o porque e como evitar a PAIR, a utilização dos dispositivos de proteção auricular que tem por objetivo reduzir a energia sonora que chega aos ouvidos, e aplicação das avaliações audiométricas que visam detectar mudanças na audição;
- Estar atualizado de acordo com as Normas e Regulamentos que se aplicam às Indústrias e aos meios expostos a ruídos.

Muitos programas de conservação auditiva permanecem sem eficácia devido a pouca organização da empresa e a aplicação de programas de treinamentos inadequados. A direção deve disponibilizar meios para controle de ruídos, adquirir equipamentos menos ruidosos, além de incorporar a redução de ruídos, adquirir equipamentos menos ruidosos, além de incorporar a redução de ruídos como meta a alcançar. A exposição de ruídos deve ser medida precisamente e o grau de risco comunicado aos colaboradores. Os dispositivos de proteção auricular devem ser confortáveis, práticos e fornecer a atenuação adequada. As taxas de atenuação

rotuladas nos recipientes dos protetores auriculares devem ser reais tais que o grau de atenuação alcançado seja propriamente mensurado no local de trabalho. Cada colaborador deve individualmente ser treinado quanto ao correto uso e cuidado com seu protetor auricular, além de serem informados sobre os resultados anuais de seus exames audiométricos.

Os empregadores precisam monitorar a eficácia dos programas utilizando técnicas apropriadas para análise de dados audiométricos. Detectando as áreas problemáticas, a gerência pode priorizar a alocação de recursos e modificar a política da empresa para alcançar a efetividade do programa.

4.3 – Alteração Temporária de Limiar (TTS)

Quando acontecem alterações temporárias nos limiares auditivos, decorrentes de exposições a sons de determinada intensidade, temos as alterações temporárias de limiar . É relacionada com a adaptação do reflexo acústico na presença de estimulação sonora e alteração da impedância da orelha média. Durante as alterações temporárias do limiar, ocorrem: dificuldade auditiva acompanhada ou não de zumbido; edema das terminações nervosas auditivas; alterações vasculares; discretas alterações nas células ciliadas; diminuição da rigidez dos estereocílios; exaustão metabólicas e químicas . Todas essas alterações acarretam uma diminuição na capacidade das células auditivas em perceber a energia sonora ocorrendo então, uma alteração em sua sensibilidade.

O efeito, porém, é a curto prazo, e é representado pela diminuição da sensibilidade auditiva. É uma alteração reversível e, mesmo com presença de células lesadas, há a recuperação do limiar auditivo.

4.4 – Lesões da Orelha Interna

O mecanismo básico envolvido nas lesões da orelha interna decorrentes da exposição a ruído, é conseqüente à exaustão física e de alterações químicas,

metabólicas e mecânicas do órgão sensorial auditivo. O resultado final pode levar à lesão das células sensoriais, com lesão parcial ou total do órgão de Corti e conseqüente deficiência auditiva (SANTOS&MORATA,1994).

Quando ocorre uma exposição a um determinado som de intensidade superior a 85 dB, há o risco de se ter ou não a presença de uma perda auditiva. Vai depender não somente da intensidade do som, mas também do tempo de exposição. Esse tipo de lesão é característico da PAIR.

A exposição regular ao ruído de intensidade superior a 85 dB produz na orelha humana uma danificação lenta, progressiva e irreversível das células ciliadas. As alterações nessa patologia podem ser mecânicas e metabólicas.

As células ciliadas externas são as primeiras a sofrerem os danos por serem as mais vulneráveis estruturas do órgão de Corti. É muito provável que quando as células ciliadas externas são atingidas, o feedback que elas realizam com o órgão de Corti, no que se refere ao funcionamento na transmissão do som, estará afetado. A mudança dessa performance pode aumentar a suscetibilidade das células ciliadas internas e das estruturas que a cercam. (SANTOS&MORATA,1994). Desta forma, a degeneração das células ciliadas é a característica principal da PAIR.

A localização da lesão, então, é no órgão de Corti; nas células ciliadas externas e internas; gânglio espiral; fibras do nervo coclear e estruturas do sistema nervoso central. Tudo depende da intensidade do ruído; duração média de exposição diária; tempo de repouso auditivo; anos efetivos de exposição e possibilidade da existência de outros agentes que podem levar a uma perda auditiva.

A lesão coclear ocorre primeiramente e principalmente na região basal, a mais ou menos 8 a 10 mm da janela oval. E pode ser decorrente de sobrecargas mecânica e funcional das células ciliadas, exaustão metabólicas decorrentes de sobrecarga, alterações vasculares, alteração na rigidez e fusão dos cílios, lesões nas células, gânglio espiral e lesões das fibras nervosas.

O maior dano inicial nesta patologia ocorre na região do primeiro terço da cóclea ou a 10 mm da base, por ser área mais sensível ao dano devido a fatores metabólicos, anatômicos e vasculares. (Nudelmann, Costa, Seligman e Ibañez,1997).

A exposição a sons intensos pode acarretar danos não somente nas células ciladas externas, mas em toda a cóclea. Danos estes que são irreversíveis e que podem vir a comprometer a vida do indivíduo tanto em casa como no trabalho.

5 – PREVENINDO A PERDA AUDITIVA

Para que o ruído não afete a audição, deve-se tomar duas providências. A primeira é realizar a audiometria, e através dos resultados traçar um parâmetro comparando o resultado do audiograma com o de um audiograma de audição normal. Com os trabalhadores de área de risco esse exame deve ser feito pelo menos uma vez ao ano, para que se possa fazer um mapeamento da instalação e/ou evolução de possível perda auditiva.

A segunda medida para se evitar que o ruído prejudique a audição, é o uso dos protetores auriculares. Estes agem na atenuação significativa na redução da energia sonora que atinge estruturas da cóclea. O protetor adequado depende do tipo de ruído e das condições de trabalho, devendo ser indicado pelo técnico de segurança da empresa. Na escolha dos protetores auditivos devem ser considerados os seguintes pontos:

- Vedação;
- Eficácia;
- Conforto;
- Facilidade no uso;
- Compatibilidade com outros EPIs, como capacete, óculos e outros.

Existem os seguintes tipos de protetores:

- Concha ou extra-auriculares;
- Inserção;
- Semi-inserção.

Em condições ideais, o protetor nunca atenua mais do que 40-50 dB para determinadas frequências mais agudas. É de extrema importância, então, que se faça a escolha acertada para o uso do EPI adequado.

5.1 – Equipamentos de Proteção Individual (EPI)

Quando o controle de ambiente não for possível técnica ou economicamente, nem justificável (operações esporádicas ou exposições de curta duração), a solução que resta é o uso do equipamento de proteção individual.

O NR-06 trata dos Equipamentos de Proteção Individual e define-os como todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.

Os EPI são construídos à partir de uma variedade muito grande de materiais. Porém, o mais importante é que eles possuam o Certificado de Aprovação (CA) do Ministério do Trabalho.

A recomendação dos EPI's adequados aos riscos em determinada atividade aos empregadores é de competência do SESMT (Serviço Especializado em Engenharia e Medicina do Trabalho) ou a CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes) nas empresas desobrigadas a constituir o SESMT. Nas empresas desobrigadas a constituir CIPA, cabe ao designado, mediante orientação de profissional tecnicamente habilitado, recomendar o EPI adequado à proteção do trabalhador.

A referida Norma recomenda que as obrigações dos empregadores em relação aos EPI's são:

- Adquirir o adequado ao risco de cada atividade;
- Exigir seu uso;
- Fornecer ao trabalhador somente o aprovado pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho;
- Orientar e treinar o trabalhador sobre o uso adequado, guarda e conservação;
- Substituir imediatamente, quando danificado ou extraviado;
- Responsabilizar-se pela higienização e manutenção periódica; e,
- Comunicar ao MTE qualquer irregularidade observada.

É de responsabilidade dos empregados em relação aos EPI's:

- Usar, utilizando-o apenas para a finalidade a que se destina;

- Responsabilizar-se pela guarda e conservação;

5.2 – 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 este é exposto ao ruído, aos problemas de comunicação verbal, além do desconforto causado pelo seu uso (RIFFEL, 2001).

5.2.1 – 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.

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, como uso de um protetor auditivo, diminui na proporção da energia das baixas frequências que chegam ao ouvido, 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) .

5.2.1.1 – 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.

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:

- eliminam ajustes complexos de colocação, podendo ser colocados em qualquer pessoa;
- pelo seu tamanho, podem ser visualizados à distância, permitindo tomar providências para realizar a comunicação oral;
- pelo mesmo motivo, torna-se fácil a fiscalização do seu uso correto;
- podem ser ajustados, mesmo utilizando-se luvas;
- são confortáveis em ambientes frios;
- no caso do uso de capacete ou protetor facial, devem ser acoplados pelo fabricante;
- custo inicial de implantação é maior do que os intra-auriculares, mas sua vida útil é longa e há peças de reposição;
- fácil remoção, caso o usuário circule em áreas com freqüentes variações do nível de pressão sonora;
- recomendados para áreas não-limpas

E possuem desvantagens das quais:

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

soldador;

- acarretam problemas de espaço em locais pequenos ou confinados;
- muito desconfortáveis em ambientes quentes;
- pelo peso do protetor também geram desconforto.

5.2.1.2 – 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 frequências até 1000 Hz, chegando a 40 dB para as frequências acima. Os pré-moldados podem apresentar em 125 Hz, 250 Hz e acima de 2000 Hz atenuação similar a tipo concha, sendo abaixo nas frequências 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 frequências acima de 1000 Hz, e de 20 a 40 dB nas frequências 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.

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.

5.2.1.3 – 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.

6 – PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO AUDITIVA (PCA)

O PCA pode ser definido como um conjunto de medidas que têm o objetivo de impedir e/ou prevenir a instalação ou evolução de uma perda auditiva em um determinado grupo de trabalhadores. Para que o PCA tenha resultados satisfatórios, é necessário um trabalho de uma equipe multidisciplinar. O trabalho em conjunto dos setores de engenharia, medicina, fonoaudiologia, segurança do trabalhador e administrativo, garantirão com mais precisão o sucesso do PCA.

6.1 – Implantando o PCA

O primeiro passo para a implantação do PCA é o seguimento de etapas a serem seguidas. São elas:

- Diretrizes;
- Atividade de monitorização;
- Atividade de controle;
- Atividade administrativas;
- Atividades educativas;
- Avaliação da eficácia do programa.

6.1.1 – Diretrizes

Escolher qual vai ser o objetivo do programa (ruído; agentes ototóxicos; alérgenos...), qual a população alvo a ser trabalhada, ou seja, indivíduos em áreas de risco, as estratégias e a metodologia a serem utilizadas e finalmente, a divisão de responsabilidades entre os profissionais envolvidos.

6.1.2 – Atividade de Monitorização

Avaliar o ruído ambiental, se este interfere na comunicação oral; avaliar e identificar as fontes produtoras de ruído, visando, assim, a controlá-lo. Fazer a avaliação de exposição (audiodosimetria) visando a identificar os grupos de trabalhadores submetidos a maior ou menor risco, devido à exposição a ruído.

Avaliar, através da audiometria, a audição dos trabalhadores que estão figurando o quadro de risco. Com o auxílio do exame, obter um perfil audiológico dos trabalhadores para futuro monitoramento , evitando dessa forma, a instalação e/ou progressão de possível perda auditiva.

6.1.3 – Atividade de Controle

Redução do ruído ambiental utilizando medidas de engenharia, que através de mudanças ou modificações nos equipamentos e de alteração na fonte emissora de ruído, reduzem significativamente o nível de ruído que atinge o ouvido do trabalhador.

Limitação ao aumento do ruído ambiental e redução da exposição ao ruído, são medidas que visam a preservar a audição do trabalhador, limitando o aumento desordenado de ruído. Alternar o trabalhador de função, reduzindo sua jornada de trabalho, e também ligar determinadas máquinas muito ruidosas com menor número possível de indivíduos presentes. Uso de protetores auriculares que vão agir como atenuadores da energia sonora que é transmitida ao sistema auditivo no ambiente de trabalho.

6.1.4 – Atividades Administrativas

São consideradas atividades administrativas todas as medidas efetivas a serem tomadas que resultem na diminuição da exposição ao ruído dos trabalhadores. As medidas podem ser:

- determinar grupos de revezamento nos turnos de trabalho;
- redução da jornada de trabalho;
- acesso a áreas ruidosas expressamente restrita e dentro do limite necessário;
- mudança no horário de funcionamento de maquinário ou atividades ruidosas quando houver menor presença de pessoal.

Para que essas medidas sejam adotadas e respeitadas é necessário o apoio total dos gerentes das áreas de produção e dos membros superiores do estabelecimento.

6.1.5 – Atividades Educativas

Medidas educativas são de extrema importância para o andamento do programa porque visam a conscientização dos trabalhadores dos riscos e efeitos da exposição indiscriminada ao ruído. Devem ser bem planejadas, abrangendo os riscos e deveres dos trabalhadores. Estes devem ser informados coletivamente a respeito dos resultados atualizados das avaliações ambientais, formas de proteção, efeitos do ruído no organismo, medidas usadas pelo PCA. A melhor forma de divulgar as informações é através de palestras, vídeos educativos, manuais, cartazes. O trabalhador assim, se sentirá parte útil e atuante do PCA.

O envolvimento, participação e conhecimento das medidas implantadas são primordiais para o sucesso da prevenção à exposição a ruídos e seus efeitos.

6.1.6 – Avaliação da Eficácia do Programa

Para se constatar a eficácia e atingir os objetivos do PCA, este deve ser avaliado sistemática e periodicamente. Esta avaliação pode ser personalizada ou escolhida entre as existentes na literatura.

A avaliação deve consistir de três aspectos básicos (SANTOS,1994):

1. Avaliação da perfeição e qualidade dos componentes do programa;

2. Avaliação dos dados do exame audiológico;
3. Opinião dos trabalhadores.

Para cada aspecto, devem ser especificados e desenvolvidos tantas metas quantas forem desejadas para atingir o objetivo proposto no PCA, que é a avaliação de sua eficácia e eficiência.

7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A opção pelo desenvolvimento deste estudo se deu em função da indústria naval apresentar níveis de pressão sonora bastante elevada e conseqüentemente os trabalhadores desta indústria ter grande possibilidade de apresentarem PAIR (Perda Auditiva Induzida por Ruído).

No local de maior incidência de ruído, setor de acabamento final, não foi identificado a possibilidade de utilização de medidas de proteção coletiva, já que a maior fonte de ruído são as esmerilhadeiras que atritam seus discos de desbastes contra as peças de aço produzindo um barulho ensurdecador. Este equipamento é portátil e quando está em operação fica a aproximadamente 1,00m de distância do ouvido do operador, então a única alternativa viável para os trabalhadores deste setor é a utilização de EPI. Estes funcionários utilizam os protetores auriculares tipo plug de inserção, mas normalmente a utilização destes de dá de forma errônea. Outro fator que vem a agravar o problema deste setor são as dimensões das peças a serem trabalhadas, que são grandes demais e não permitem o enclausuramento.

Assim como na indústria naval, na praça de máquinas de um navio mercante os níveis de pressão sonora são alarmantes, exigindo assim o uso de protetores auriculares tanto do tipo plug de inserção como do tipo concha, a fim de minimizar e reduzir o quadro de profissionais afetados pela PAIR (Perda Auditiva Induzida por Ruído).

Tanto na indústria naval como nas empresas é necessária a implantação de programa de conservação auditiva. Programa este que abrangesse medidas educativas, de controle de engenharia e controle administrativo, além de dar sustentação e prioridades nas medidas de proteção e segurança aos trabalhadores expostos a elevados níveis de ruído.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, Leniza. “PAIR X Legislação” em Jornal : A voz do fonoaudiólogo, julho/1995.
- ALMEIDA, S. I. C. de, et al. – História natural da perda auditiva ocupacional provocada por ruído – Revista Associação Médica Brasil – 2000; 46(2): 143-58.
- BERTULANI; C.A. O ouvido humano – sem data definida.
- BRUEL & KJAER – NPC Resources Environmental Noise Booklet, 2000.
- COSTA, Sady S.; e outros. Otorrinolaringologia – Princípios e Prática. Porto Alegre, Artes Médica, 1994.
- CARMO, L. I. do Efeitos do ruído no organismo humano e suas manifestações auditivas, Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica – Goiânia – 1999. Monografia (Especialização em fonoaudiologia clínica) – CEFET – 1999.
- FERREIRA, M. J: PAIR – Bom Senso e Consenso . São Paulo: Ed. VK, 1998.
- FERREIRA, A. Et al, A audição – Constituição do sistema auditivo humano , 2002.
- JÚNIOR, Mário Ferreira. PAIR – Perda Auditiva Induzida Por Ruído – Bom senso e Consenso. São Paulo, V.K., 1998.
- MARIOTTO, Simone B.; e outros. Perda Auditiva Induzida Pelo Ruído: Um Enfoque Sobre a Mudança Temporária no Limiar em ACTA AWHO. Vol. XIV- n ° 1– Jan / Abr, 1995.
- MODERNELL, Renato. Ciência e Tecnologia, “O som e a Fúria “em Revista Época : 58-62, agosto/1998.

NR-7- Norma Regulamentadora n^o 7 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional.

NUDELMANN, Alberto A.; da COSTA, Everardo A. ; SELIGMAN, José; IBAÑEZ, Raul N.(orgs.). PAIR – Perda Auditiva Induzida Pelo Ruído. Rio Grande do Sul, Bagagem Comunicação Ltda, 1997.

OLIVEIRA, José A.A..”O Mecanismo Eletrobiomecânico Ativo da Cóclea” em Revista Brasileira de Otorrinolaringologia. Vol. 59, n^o 4 – 1993.

PORTMANN, Michel. Tratado de Audiologia Clínica com Atlas Audiométrico/ Portmann, Michel; Portamann, Claudine e cols.(Tradução Maria Eugênia de Oliveira Vianna) . São Paulo, Roca, 1993.

REGAZZI, G. M. Et al, Perícia e Avaliação de Ruído e Calor , 2002.

RUSSO, Iêda C. Pacheco & SANTOS, Teresa M. Momensohn. A Prática da Audiologia Clínica. São Paulo, Cortez, 1993.

RUSSO, Iêda C. Pacheco. Acústica e Psicoacústica Aplicadas à Fonoaudiologia. São Paulo, Lovise, 1993.

SADD, Eduardo Gabriel. Introdução à Engenharia de Segurança do Trabalho. São Paulo, Fundacentro, 1981.

SANTOS, Ubiratan (org.). Ruído Riscos e Prevenção. São Paulo, Hucitec,1994.

SANTOS, A. J. M. do Ruído em uma empresa de construção Naval , Belém – 2003.

SECRETARIA DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO. Portaria n^o 19, de 09 de abril de 1998. Diário Oficial da União, seção - 22.04.1998 – página 64.