

Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

RAQUEL FLEIG

**PERDA AUDITIVA INDUZIDA POR
RUÍDO EM MOTORISTAS DE
CAMINHÃO DE LIXO URBANO**

Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção

Florianópolis

2004

RAQUEL FLEIG

**PERDA AUDITIVA INDUZIDA POR
RUÍDO EM MOTORISTAS DE
CAMINHÃO DE LIXO URBANO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção de grau em Mestre em Engenharia de Produção – Área de Concentração: Ergonomia.

Orientador: Prof.: Samir Nagi Yoursri Gerges, PhD.

Florianópolis

2004

RAQUEL FLEIG

PERDA AUDITIVA INDUZIDA POR RUÍDO EM MOTORISTAS DE CAMINHÃO DE LIXO URBANO

Essa dissertação foi divulgada e aprovada para a obtenção de título de **Mestre em ENGENHARIA DE PRODUÇÃO** no **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO** da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, Março de 2004.

Prof. Dr. Edson P. Paladini
Coordenador do PPGEP

Banca Examinadora:

Prof. Samir Nagi Yousri Gerges, PhD.
Orientador

Prof^a. Leila Amaral Gontijo, PhD.

Profa Ana Regina de Aguiar Dutra, Dra

Prof^a. Sheila Andreoli Balen, Dra.

Agradecimentos

Aos meus pais, Maria Conceição Buss Fleig e Roque Fleig, pelo exemplo, disciplina e incentivo aos anos de estudos. Ao meu marido, Iramar Baptistella do Nascimento, pelas palavras de estímulo, nas vezes em que desanimei, pelo carinho, amor e compreensão nos momentos de ausência.

Às minhas irmãs, Adriane e Cibele, pelo apoio das palavras amigas. Às minhas colegas de trabalho, que sempre acreditaram e incentivaram minhas idéias acadêmicas.

Aos amigos Alexandre e sua esposa Rosane, e Sandroval e sua esposa Fernanda pela energia positiva, confiança, e amizade, transmitidas nas horas certas.

Aos funcionários da empresa de coleta de lixo onde realizei meus estudos, pela disponibilidade e boa vontade de participação.

Ao meu orientador, professor Samir N. Y. Gerges, a quem admiro muito, não só como profissional, mas também como pessoa, por sua simplicidade, pelo voto de confiança em minhas idéias de pesquisa, pela disposição e transmissão de seus sábios conhecimentos.

A todos, que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta pesquisa: fica o meu mais sincero agradecimento e respeito.

RESUMO

FLEIG, Raquel. Perda Auditiva Induzida por Ruído em motoristas de caminhão de lixo urbano. **2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa e Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.**

A pesquisa a seguir visa verificar a ocorrência de perda auditiva induzida por ruído na população de motoristas de uma empresa de coleta de lixo de Florianópolis. Foram estudados 30 bancários (grupo controle) e 30 motoristas de caminhão de lixo (grupo experimental), que responderam a uma entrevista, submeteram-se a otoscopias e audiometrias ocupacionais (frequências avaliadas: de 250 Hz a 8000 Hz). Houve o acompanhamento, durante a jornada de trabalho, e dosimetria da cabine do caminhão de lixo de 2 dos 30 motoristas. O nível de ruído, a ocorrência de PAIR, o tempo de exposição (anos de trabalho) e a idade dos trabalhadores determinaram os parâmetros da pesquisa. Dentre os 30 bancários que participaram da pesquisa, 28 obtiveram resultados normais em suas audiometrias e 2 obtiveram resultados relativos a perdas auditivas não relacionadas a ruído. Dentre os 30 motoristas que participaram do estudo, 10 obtiveram resultados sugestivos de PAIR nos anos de 2000 e 2001 e 11, em 2002. A dosimetria comprovou doses de ruído correspondentes a 82,12 dB(A) e 84,30 dB(A) nos 2 caminhões tomados como amostra de medição, sendo a frota composta de 6 caminhões novos (ruído não excedente a 85 dB(A), de acordo com a empresa) e 4 caminhões com ruído entre 85 dB(A) e 90 dB(A). Conclui-se que existe a ocorrência de perdas auditivas induzidas por ruído, visto que os 11, dos 30 motoristas avaliados, apresentaram resultados sugestivos de PAIR em seus achados audiológicos.

Palavras-chave: Motorista de caminhão; PAIR; bancários e ruído.

ABSTRACT

FLEIG, Raquel. Hearing Loss Induced by Noise in drivers of urban garbage truck. 2003. **Dissertation (Master's degree in Production Engineering). Program and Post Graduation in Production Engineering, UFSC, Florianópolis.**

The following research aims to verify the occurrence of hearing loss induced by noise in the population of drivers in a garbage collecting company of Florianópolis.

It was studied thirty bank clerks (control group) and thirty garbage truck drivers (experimental group), who answered an interview, they were submitted to an occupational otoscopy and audiometry (evaluated frequency: from 250 Hz to 8000 Hz). There was attendance during the working day, and dosimetry of the garbage truck cab from two of thirty drivers. The level of noise, the occurrence of PAIR, the expositional time (years of work) and the age of workers determined the research parameters.

Among the thirty bank clerks who participated of this research, twenty-eight had normal results in their audiometry and two had results relating to hearing losses that are not related to noise. Among the thirty drivers who participated of the study, ten had suggestive results of PAIR in 2000 and 2001 and eleven, in 2002. The dosimetry proved doses of noise corresponding to 82.12 dB(A) and 84.30 dB(A) in two trucks taken as measurement sample, the fleet consists of six new trucks (noise doesn't exceed to 85 dB(A) and 90 dB(A), according to the Company) and four trucks with noise between 85 dB(A) and 90 dB(A).

It concludes that there is the occurrence of hearing losses caused by noise, considering that eleven, from thirty evaluated drivers, presented suggestive results of PAIR in their hearing found, it is necessary a revision in the NR-15 directing, that refer as sound pressure limits 85 dB(A)/8h/exposition per diem.

Key words: Truck driver; PAIR; bank clerks and noise.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|-------------------------------------|----|
| Figura 1 - Anexo de audiograma..... | 85 |
|-------------------------------------|----|

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 - Limites de níveis de tolerância ao ruído ocupacional, segundo norma de vários países. | 23 |
| Quadro 2 - Limites de tolerância ao ruído ocupacional, segundo norma nacional NR-15. | 24 |
| Quadro 3 - Classificação das Perdas Auditivas Induzidas Por Ruído, segundo COSTA (1992)..... | 35 |
| Quadro 4 - Critério do INSS (Instituto Nacional de Seguridade Social – Ministério da Previdência Social – Decreto-Lei Nº 357 de 7 /1 2 / 1991..... | 36 |
| Quadro 5 - Avaliações audiológicas dos motoristas de caminhão de coleta de lixo.. | 58 |
| Quadro 6 - Avaliações audiológicas dos bancários..... | 58 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 - Cruzamento dos dados da entrevista do grupo experimental e do grupo controle (2000 a 2002). | 55 |
| Gráfico 2 - Gráfico de tempo na função de motorista de caminhão de coleta de lixo e de bancários em Florianópolis estudados entre os anos de 2000 e 2002..... | 56 |
| Gráfico 3 - Gráfico correspondente à faixa etária do grupo experimental estudado entre os anos de 2000 a 2002 em Florianópolis..... | 57 |
| Gráfico 4 - Gráfico correspondente à faixa etária do grupo controle – bancários – estudados entre os anos de 2000 a 2002 em Florianópolis. | 57 |
| Gráfico 5 - Gráfico correspondente à comparação dos dados audiológicos dos grupo experimental e de controle estudados entre 2000 e 2002 em Florianópolis. | 59 |
| Gráfico 6 - Comparativo de tempo de função do grupo experimental que apresenta PAIR entre 2000 e 2002 em Florianópolis..... | 60 |
| Gráfico 7 - Gráfico equivalente ao comparativo de motoristas com PAIR e sua faixa etária entre 2000 e 2002 em estudo em Florianópolis. | 60 |

LISTA DE SÍMBOLOS, ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT = Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANAMT = Associação Nacional de Medicina do Trabalho

ANSI = American National Standard Institute

COMCAP = Companhia Melhoramentos da Capital

CONAMA = Conselho Nacional de Meio Ambiente

dB = Decibel, decibéis

dB(A) = Decibel (escala A)

dB(NA) = Decibel, nível de audição

dB (NPS) = Decibel, nível de pressão sonora

Hz = Hertz ou ciclos por segundo

ISO = International Organization for Standardization

Leq (TWA) = Nível de Pressão Sonora Equivalente

LC = Nível de Critério de ruído

NIOSH = National Institute for Occupational Safety and Health

PAIR = Perda Auditiva Induzida por Ruído

PPA = Programa de Prevenção Auditiva

PCA = Programa de Conservação Auditiva

SBFa = Sociedade Brasileira de Fonaudiologia

SOB = Sociedade Brasileira de Otologia

SBORL = Sociedade Brasileira de Otorrinolaringologia

SOBRAC = Sociedade Brasileira de Acústica

TC = Tempo de Mediação

UFSC = Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 12 |
| 1.1 | DEFINIÇÃO DO ESTUDO | 12 |
| 1.2 | OBJETIVOS | 14 |
| 1.2.1 | Objetivo geral | 14 |
| 1.2.2 | Objetivos específicos..... | 14 |
| 1.3 | ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO | 15 |
| 1.4 | RESUMO E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO | 15 |
| 2 | REVISÃO DA LITERATURA | 16 |
| 2.1 | ERGONOMIA E SAÚDE NO BRASIL | 16 |
| 2.1.1 | Definições teóricas sobre a ergonomia e projetos ergonômicos | 16 |
| 2.2 | SOM | 18 |
| 2.2.1 | Mecânica do Som | 18 |
| 2.2.2 | Impedância..... | 20 |
| 2.3 | RUÍDO E VIBRAÇÃO NO MEIO AMBIENTE | 21 |
| 2.3.1 | Natureza física do ruído | 21 |
| 2.4 | LEGISLAÇÃO SOBRE RUÍDO | 22 |
| 2.5 | RUÍDO E VIBRAÇÃO: SEUS EFEITOS NO HOMEM | 24 |
| 2.5.1 | Efeitos indiretos do ruído..... | 25 |
| 2.5.2 | Efeitos diretos do ruído..... | 27 |
| 2.5.3 | Suscetibilidade e exposição ao ruído | 28 |
| 2.5.4 | Mudança temporária do limiar auditivo – TTS | 28 |
| 2.5.5 | Mudança permanente do limiar auditivo – PTS | 29 |
| 2.5.6 | Perda auditiva induzida pelo ruído | 30 |
| 2.6 | AUDIOMETRIA OCUPACIONAL | 33 |
| 2.7 | ANATOMO-FISIOLOGIA DA AUDIÇÃO | 38 |
| 2.7.1 | Orelha externa..... | 38 |
| 2.7.2 | Orelha média..... | 39 |
| 2.7.3 | Orelha interna..... | 41 |
| 2.8 | MEIOS DE PREVENÇÃO DA PERDA AUDITIVA INDUZIDA PELO RUÍDO | 43 |
| 2.8.1 | Determinação do nível de pressão sonora | 44 |
| 2.8.2 | Controle do ruído na fonte..... | 45 |
| 2.8.3 | Pesquisas Relativas À Exposição Ao Ruído No Ambiente De Trabalho | 46 |
| 2.9 | RESUMO E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO | 47 |
| 3 | REFERENCIAL METODOLÓGICO | 48 |
| 3.1 | LOCAL DE ESTUDO E CLIENTELA | 48 |
| 3.2 | MATERIAL E MÉTODO | 49 |
| 3.2.1 | Coleta de dados | 49 |
| 3.3 | ASPECTOS ÉTICOS DO ESTUDO | 52 |
| 3.4 | RESUMO E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO | 54 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 4 | RESULTADOS DO ESTUDO..... | 55 |
| 4.1 | DADOS DA ENTREVISTA | 55 |
| 4.2 | RESULTADOS AUDIOLÓGICOS..... | 57 |
| 4.2.1 | Avaliações Audiológicas..... | 58 |
| 4.3 | RESULTADOS DA DOSIMETRIA | 61 |
| 4.4 | RESUMO E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO | 63 |
| 5 | DISCUSSÃO DOS RESULTADOS..... | 64 |
| 5.1 | DISCUSSÃO DOS DADOS DA ENTREVISTA..... | 64 |
| 5.2 | DISCUSSÃO DOS RESULTADOS AUDIOLÓGICOS..... | 66 |
| 5.3 | DISCUSSÃO DA DOSIMETRIA..... | 68 |
| 5.4 | OCORRÊNCIA DE PAIR E DOSIMETRIA..... | 69 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 71 |
| 6.1 | CONCLUSÕES / RECOMENDAÇÕES | 71 |
| 6.2 | SUGESTÕES DE NOVAS PESQUISAS..... | 72 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 74 |
| | APÊNDICES | 82 |
| | ANEXO | 85 |

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresentará uma introdução do assunto a ser tratado, os objetivos geral e específicos e a organização do estudo, contendo a delimitação do tema a ser pesquisado.

1.1 DEFINIÇÃO DO ESTUDO

A evolução e a organização tecnológica modificaram, de forma considerável, os meios profissionais, como se observa no progresso do trabalho artesanal, que desenvolveu para industrial e assim, sucessivamente, até a introdução da informática nos sistemas de produção.

Com tantas modificações, o trabalhador encontra-se cada vez mais exposto a riscos de saúde e, conseqüentemente, a comprometimentos em sua qualidade de vida.

Esta pesquisa objetiva verificar a ocorrência das perdas auditivas induzidas por ruído em motoristas de caminhão de lixo (durante as 8 horas diárias de trabalho do motorista). Para que a verificação audiológica e ergonômica tornassem-se fidedignas optou-se por avaliar, concomitantemente, um grupo de trabalhadores não expostos ao ruído (bancários). Assim o estudo compara os dados obtidos com o grupo experimental (motoristas) com os dados do grupo controle (bancários).

A análise ergonômica no ambiente de trabalho é de fundamental importância para observar as dificuldades atuais do motorista de caminhão de coleta de lixo, fornecendo informações que podem ser aplicadas na elaboração de instrumentos, a fim de que este profissional não fique exposto a acidentes e, principalmente, a ruídos excessivos, podendo-se, com isto, moldar suas atividades ao conforto, segurança e eficiência. A observação sobre toda a atividade profissional exige entre outros estudos o conhecimento das condições e do ambiente de trabalho, sua tarefa a cumprir e o comportamento físico e mental do operador. Unindo a audiologia ocupacional e conhecimentos da física acústica à ergonomia, o fonoaudiólogo atua de forma bastante significativa nos meios de produção do profissional, construindo uma melhor competência e trabalho na manutenção e promoção de sua saúde.

Desta forma, a ergonomia procura focalizar o ser humano no projeto de trabalho e nas atividades cotidianas. As condições de insegurança, insalubridade, desconfor-

to e ineficiência podem ser eliminadas quando são adequadas às capacidades e limitações físicas e psicológicas do mesmo (DUL e WEERDMEESTER, 1995).

Os ergonomistas têm se preocupado com o motorista, principalmente com o seu espaço de trabalho, o que envolve a sua segurança e a sua capacidade de atender às exigências das empresas (BERALDO, 2001).

De acordo com KNOPLICH (1986), a exposição a agressões de diferentes origens e características, sofridas diariamente, se constituem em fatores de agressões ao corpo, mostrando com isso, a preocupação ergonômica.

COHEN (1973) coloca que o ruído não é somente perigoso para a audição. Ele pode induzir respostas reflexas, estresse, e pode afetar atitudes no trabalho e no comportamento, de acordo com a qualidade de exposição.

Os ruídos ouvidos na rua, como buzinas ou motores de carros, sirenes de veículos de socorro, de avião, motocicletas, helicópteros, máquinas de construção, vozes de pessoas; são sons resultantes de vibrações irregulares e que podem transformar o ambiente sonoro com graves conseqüências sobre o aparelho auditivo e as funções orgânicas (LACERDA, 1976).

GERGES (2000) descreve alguns efeitos produzidos pelo ruído nos sistemas extra-auditivos, tais como: aceleração da pulsação, aumento da pressão sangüínea, dilatação de pupilas, aumento da produção de hormônios da tireóide, contração estomacal e abdominal. Esses fenômenos fisiológicos aparecem sob forma de alterações de comportamento: nervosismo, fadiga mental, frustração, prejuízos no desempenho do trabalho, aumentando o número de ausências e conflitos sociais entre os operários expostos ao ruído.

As perdas auditivas pelo ruído podem ser de dois tipos: trauma acústico ou perda súbita, gerada pelo efeito de uma ou de poucas exposições curtas a ruídos de grande intensidade, como explosões (ocorre em ambiente de trabalho ou fora dele); e perda induzida por ruído do ambiente de trabalho, com sintomas que aparecem a longo prazo, pela exposição contínua e acumulada no tempo (GLORIG, 1985).

Os tempos atuais implicam ao trabalhador, em especial o motorista de caminhão de lixo, a manutenção de uma postura extremamente estafante, principalmente devido às condições estressantes do trânsito, no qual permanece a maior parte do tempo sentado e dele são exigidos momentos de grande concentração e elevada demanda mental, fisiológica e antropométrica, ficando sujeito aos ruídos e vibrações

produzidas na cabine do caminhão. Estes processos poderão influenciar diretamente a personalidade, o envelhecimento, as capacidades físicas e a estrutura corporal, podendo, até mesmo modificar seu estilo de vida contemporâneo.

O interesse pelo mestrado na área da Engenharia Ergonômica nasceu da necessidade diária como profissional fonoaudiólogo, na qual relaciona-se as patologias fonoaudiológicas com suas etiologias. As queixas mais ocorrentes acusavam a possível influência do ruído no ambiente de trabalho como prováveis causadoras dos zumbidos e/ou perdas auditivas, o que denunciava um envolvimento ergonômico na estrutura do problema. Estas ocorrências despertaram o interesse, além da área da saúde, na área da Ergonomia.

A revisão da literatura surge como um referencial teórico, uma vez que ela foi o alicerce que contribuiu para incorporação e formação de uma base mais consistente de conhecimentos colaborando na construção de pensamentos auxiliares do processo de questionamentos e indagações sobre a temática, assim como estudos bibliográficos de trabalhos já realizados sobre o ruído e suas implicações na vida dos profissionais que com ele convivem.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a ocorrência de perda auditiva induzida por ruído em motoristas de caminhão de coleta de lixo urbano.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar o levantamento da dose de ruído na cabine do caminhão de lixo com o uso do dosímetro.
2. Avaliar, audiometricamente, uma amostra de motoristas de caminhão de lixo e uma amostra de bancários (trabalhadores não expostos a ruído), realizando, previamente, anamneses e otoscopias nesses profissionais.
3. Analisar os dados das anamneses dos grupos controle e experimental.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

Assim, após evidenciar, neste primeiro capítulo, parte da trajetória de vida profissional que justificam os motivos para o desenvolvimento deste estudo e que apontam a relevância desta temática para a prática, tanto da Fonoaudiologia quanto para a Ergonomia, realizar-se-á uma breve descrição dos demais capítulos que se seguem no estudo.

O segundo capítulo inclui uma revisão bibliográfica na qual se encontram os referenciais teóricos sobre a conceituação da ergonomia, concepções e propostas ergonômicas. E, por fim, uma revisão bibliográfica sobre o efeito acústico do ruído e suas conseqüências auditivas.

O terceiro capítulo é a descrição da metodologia utilizada, incluindo a contextualização deste estudo com o trabalhador de caminhão de lixo e do bancário, a descrição do processo para o alcance dos objetivos, coleta, registro, análise dos dados e aspectos éticos do estudo.

O quarto capítulo diz respeito aos resultados da pesquisa (principais queixas das entrevistas, audiometrias ocupacionais dos bancários e dos motoristas de caminhão de coleta de lixo e dosimetria do ruído da cabine).

O quinto capítulo refere-se às discussões dos resultados e seu embasamento teórico.

No sexto e último capítulo chega-se a algumas considerações finais que compõem o fechamento do estudo, com reflexões e sugestões acerca do mesmo.

1.4 RESUMO E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

O presente capítulo possibilitou o esclarecimento sobre o tema do estudo bem como dos objetivos do mesmo, além de apresentar os capítulos que se seguem e suas temáticas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

O capítulo de revisão da literatura trata de assuntos pertinentes ao tema do trabalho a fim de que se possa fazer uma releitura, através dos autores, daquilo que se está analisando. Dentre eles destacam-se: ergonomia no Brasil, mecânica do som, ruído e vibrações e seus efeitos no homem, legislações sobre ruído, audiometria ocupacional, anátomo-fisiologia da audição e meios de prevenção da perda auditiva induzida por ruído. São dados importantes que podem afirmar ou negar o que se está pesquisando.

2.1 ERGONOMIA E SAÚDE NO BRASIL

Serão abordadas a seguir várias definições sobre ergonomia e projetos ergonômicos, assim como se busca mostrar os prejuízos causados pela ausência da intervenção ergonômica para o trabalhador fazendo um paralelo com a saúde no Brasil.

2.1.1 DEFINIÇÕES TEÓRICAS SOBRE A ERGONOMIA E PROJETOS ERGONÔMICOS

A ergonomia divide-se em ergonomia de concepção e de correção. A ergonomia de concepção tende a introduzir os conhecimentos sobre o homem desde o projeto do posto, da máquina, do instrumento ou dos sistemas de produção. Já a ergonomia de correção procura melhorar as condições de trabalho existentes.

O objetivo da ergonomia, independente da sua linha de atuação, estratégias e métodos utilizados, está baseado no trabalho do homem, na sua tarefa cotidiana, na execução das suas atividades diárias. Esse trabalho real e concreto compreende o trabalhador, operário ou usuário no seu local de trabalho, enquanto executa sua tarefa, com suas máquinas ferramentas, equipamentos e meios de trabalho, num determinado ambiente físico com seus chefes, supervisores e colegas de trabalho. Para VIEIRA (1996), os objetivos da ergonomia devem humanizar o trabalho e aumentar a produtividade.

MURREL (1965) afirma que a ergonomia considera a organização, os métodos e as ferramentas com as quais o homem trabalha. Para o referido autor, não importa apenas o ambiente de trabalho do trabalhador, mas também o aspecto humano do indivíduo participante de um grupo de trabalho como ser social.

De acordo com GUÉRIN et al (1997), o objeto de estudo da ergonomia é o trabalho, que, em sua unidade, abrange a atividade, as condições e os resultados da atividade. À análise do trabalho compete uma investigação de seus sistemas e funcionamento como um todo. Numa empresa, as realidades dos elementos de trabalho são consideradas uma a uma devido à complexidade do tema, ou seja, são estudadas as atividades, as condições e os resultados. Cada departamento ocupa-se de um sistema; os recursos humanos ocupam-se da atividade (aptidões, conhecimentos, idade, etc...); o departamento comercial e de qualidade centram suas atenções nos resultados (produtividade, qualidade/quantidade); enquanto os profissionais da segurança do trabalho preocupam-se com as condições em que são desenvolvidas as atividades (ambiente, equipamentos, roupas).

Portanto, para GUÉRIN et al (1997), o objetivo maior das análises do posto de trabalho é o de detectar sinais precoces de situações em que o trabalhador expõe seu organismo a esforços exagerados e/ou de risco, podendo trazer conseqüências irreversíveis a sua saúde. Com o conhecimento dessas situações de trabalho podem ser programados melhores controles de segurança no trabalho.

A ergonomia tenta adaptar e procurar a maneira mais confortável e produtiva entre o ser humano e o trabalho que ele desenvolve, procurando basicamente adaptar as condições de trabalho às características do ser humano (COUTO, 1996).

GUIMARÃES (1994) diz que a ergonomia visa transformar ou adaptar o trabalho do homem objetivando a sua prevenção, correção ou melhora dos problemas, e que ela transcende a participação de outras áreas para o desenvolver de sua atuação.

Nas influências ambientais para obter informações sobre trabalho/homem, MONTMOLLIN (1995) faz uma reflexão sobre como o ergonomista deve realizar sua análise. Em primeiro lugar na análise ergonômica deve-se levar em consideração os seguintes itens: as características antropométricas (medidas dos diferentes segmentos do corpo); as características funcionais/motoras e a postura. Ainda deve-se também analisar os aspectos relacionados ao meio e suas influências (calor, agentes tóxicos, frio, vibrações e ruído), as características psicológicas, o tempo de reação, além de outras características rítmicas que regulam a atividade biológica no decurso das horas do dia.

As variabilidades intra-individuais constituem uma influência importante para a produção do profissional, ou seja, os efeitos dos ritmos biológicos e a fadiga estão

ligados ao dia a dia do trabalhador. As conseqüências para a variabilidade na produção aparecerão ao ser realizada uma análise identificadora dos determinantes destas atividades, que se relacionam com os meios fornecidos para o trabalho (GUÉRIN et al, 1997).

Conforme OLIVEIRA (2002), o grupo de trabalhadores com risco de desenvolver lesões são aqueles que estão expostos a fatores de risco como: movimentos repetitivos, esforço e força, postura inadequada, trabalho muscular estático, invariabilidade de tarefa, choques, impactos, vibração, ruído, estresse emocional, pressão mecânica e fatores organizacionais.

2.2 Som

2.2.1 MECÂNICA DO SOM

“Acústica pode ser definida como geração, transmissão e recepção de energia na forma de ondas vibracionais na matéria. Isso ocorre quando átomos e moléculas de um fluido ou sólido são deslocados de sua posição normal e uma força interna elástica de restauração atua no sentido de fazê-los voltar a essa posição. O mais familiar fenômeno acústico é associado com a sensação de som. Um distúrbio vibracional é interpretado como som quando sua freqüência atinge uma faixa de 20 a 20000 Hz em uma intensidade capaz de produzir uma sensação auditiva” (FROTA, 1998: 19).

As compressões e expansões alternadas das moléculas do ar resultam no som que ouvimos. Uma onda de deslocamento, gerada por um distúrbio mecânico – som qualquer – transmite esse impulso ao longo e por entre as moléculas. O número de oscilações por segundo, expresso em hertz (Hz), representa a freqüência do som, que está relacionada com a percepção subjetiva da altura – sons mais altos para freqüências mais altas. A intensidade ou amplitude é a magnitude das oscilações, que está relacionada à sensação subjetiva do som alto, ou seja, quanto mais alto parece o som, maior é a amplitude (SHORE, 1986).

De acordo com FROTA (1998), o transporte da energia ocorre através do movimento ondulatório. Nas ondas mecânicas (ondas da água ou ondas sonoras), o transporte da energia necessita de um meio de propagação, meio elástico, para as ondas sonoras. Ocorre uma oscilação ou vibração, propagada no meio elástico, que provoca uma perturbação na pressão elástica, que volta ao normal assim que passa

a perturbação. A onda sonora é considerada tridimensional e longitudinal porque a propagação acontece em todas as direções e a perturbação das partículas do meio é paralela à direção da propagação da onda. As ondas sonoras propagam-se em meio que possua massa e elasticidade.

O receptor periférico sensível a esta forma de energia, captando-a e transformando-a em impulso elétrico nervoso é a orelha.

Os tipos de ondas sonoras podem ser:

- ❖ Quanto à propagação da onda no espaço: ondas sonoras progressivas e ondas sonoras estacionárias;
- ❖ Quanto à complexidade: onda senoidal e onda complexa;
- ❖ Quanto à periodicidade: onda periódica e onda aperiódica.

“O ruído é um sinal acústico aperiódico, originado da superposição de vários movimentos de vibração com diferentes frequências, as quais não apresentam relação entre si. Não é o mesmo que barulho, definido como som indesejável” (FROTA, 1998: 22).

Os sons podem ser simples ou complexos, sendo mais comuns esses últimos. Os sons complexos contêm mais de um componente de frequência, sendo complexos todos os sons que ocorrem naturalmente. A análise de Fourier ou espectral significa a análise dos sons em seus componentes sinusoidais. Os gráficos que representam a amplitude das ondas ou a variação de pressão das ondas são chamados de espectros. Ao separar um som completo em sua frequência ou componentes espectrais, a cóclea pode realizar uma análise de Fourier. O nervo vestibulococlear mantém essa separação espectral (SHORE, 1986).

As ondas sonoras possuem informações físicas determinantes: frequência, frequência angular, fase, amplitude e comprimento de onda. Possuem também qualidades físicas: altura e intensidade. Conforme FROTA (1998), de acordo com a frequência, os sons podem ser graves ou agudos; a intensidade do som pode ser forte ou fraca. A intensidade do som está relacionada com a amplitude da onda sonora; quanto maiores a amplitude, a energia e a pressão sonora, mais forte será o som.

“A intensidade sonora é a quantidade de energia transmitida por segundo sobre uma área de 1 metro, enquanto pressão sonora é definida como a força oscilante exercida pelas moléculas de ar sobre uma superfície na qual incidem” (FROTA, 1998: 23).

2.2.2 IMPEDÂNCIA

O som percorre dois meios diferentes, ar e líquido, em seu percurso em direção aos neurotransmissores. O meio líquido – a água – possui maior resistência, ou impedância do que o ar, sendo necessária mais energia para movimentar moléculas no meio mais resistente. Parte da energia é refletida quando há descoordenação entre as impedâncias, o que ocorre se o som for aplicado diretamente à cóclea cheia de líquido (SHORE, 1986).

De acordo com GUYTON e HALL (1998), a orelha faz a conversão dos estímulos sonoros do ambiente externo em impulsos elétricos de ação nos nervos auditivos. As ondas sonoras são transformadas pela membrana timpânica e cadeia ossicular da orelha média, em movimentos da janela oval. Estes movimentos criam ondas no líquido contido na orelha interna e sua ação sobre o órgão de Corti gera impulsos elétricos de ação nas fibras nervosas ou rede neural. No instante em que a base do estribo se move para dentro, contra a janela oval, a janela redonda fica proeminente para fora, pois a cóclea encontra-se limitada em todos os outros lados pelas paredes ósseas.

As vibrações sonoras entram na escala vestibular por meio da ação da base do estribo sobre a janela oval. Quando a onda de energia entra na escala vestibular, pela janela oval, ela não faz com que apenas uma fibra nervosa vibre, mas gera movimento propagado de oscilações, para cima e para baixo, da membrana basilar. Essa onda transmite a maior parte de sua energia para a região da membrana basilar com frequência ressonante mais próxima da frequência específica da onda sonora, produzindo a máxima amplitude de toda a membrana basilar (FROTA, 1998).

A região de maior sensibilidade está entre 2000 a 5000 Hz. A altura da sensibilidade auditiva aumenta conforme o aumento da intensidade sonora ultrapassa o valor limiar. A sensação de desconforto ocorre próximo a 120 dB de estímulo sonoro. Níveis mais altos causam sensação de cócegas ou picadas e podem produzir dor se ultrapassarem 140 dB.

O sistema auditivo possui em sua fisiologia, uma breve e transitória fatigabilidade com a entrada contínua de sons e ruídos. Segundo HOUSSAY (1984), a duração da fatigabilidade auditiva varia com a frequência do estímulo, que possui maior duração para sons mais agudos.

2.3 RUÍDO E VIBRAÇÃO NO MEIO AMBIENTE

As características da atividade profissional apresentam várias facetas, por exemplo: características físicas, mentais, sociais, culturais, entre outras. Para o motorista, a atividade mental deve ter um importante significado, já que em sua atividade existe uma demanda bastante considerável, uma vez que um motorista, em sua atividade cotidiana, além do desgaste físico, permanece a maior parte do tempo na posição sentada, implicando num grande comprometimento físico e mental (QUEIROGA, 1998).

2.3.1 NATUREZA FÍSICA DO RUÍDO

O som é um agente físico resultante da vibração de moléculas do ar e que se transmite como uma onda longitudinal. É, portanto, uma forma de energia mecânica (WHO *apud* ALMEIDA, 2000).

De acordo com a análise de Fourier, supõe-se que o ruído seja formado por uma quantidade de tons simples, com variação aleatória de amplitude, com frequência conservada fixa.

Para determinar as propriedades físicas do ruído é preciso efetuar uma análise de Fourier, que consiste numa filtragem, numa decomposição do ruído em grupos de tons formativos.

O ruído pode ser classificado, de acordo com sua distribuição temporal, em:

- a) Ruído contínuo (quando apresenta uma variedade de 3dB, não variando em proporção diferente de 100%);
- b) Ruído não-contínuo. Pode ser classificado em: intermitentes; pulsantes e impulsivos, podendo ser periódicos ou aleatórios;
- c) Ruído intermitente é o que se apresenta em períodos não maiores que 15 minutos, com variação inferior a 3 dB; ruído pulsante é o que apresenta variações superiores a 3 dB, com duração compreendida entre 15 minutos e 10 milissegundos; ruído impulsivo é aquele que possui duração inferior a 10 milissegundos (ALEXANDRY, 1985).

O estudo do ruído nos ambientes de trabalho consideram não só as características do mesmo, mas também o local onde o trabalhador se encontra exposto ao ruído, pois cada local de trabalho terá sua forma arquitetônica, na qual o ruído incidirá de diferentes maneiras.

“No estudo do campo sonoro de ambientes fechados, deve-se considerar variáveis complexas, tais como: a forma geométrica do ambiente, absorção acústica, reflexões e difrações das várias paredes e elementos internos, fontes sonoras (...), efeitos das aberturas no ambiente e etc...” (GERGES, 1992: 249).

2.4 LEGISLAÇÃO SOBRE RUÍDO

O Canadá, em 1986, regulamentou a Norma CSA Z 107.56 – “*Procedure for the Measurement of Occupational Noise Exposure*”, que institui uma jornada de 8 horas diárias. A ISO – 1999 “*Acoustics – Determination of Occupational Impairment*”, define o nível de 85 dB(A) para a jornada de trabalho de 8 horas/dia. Nos Estados Unidos, a OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*) definiu um critério que permite um nível máximo de exposição de 90 dB(A), para a jornada de 8 horas/dia, o qual é usado também em outras partes da América do Norte e Europa.

A CLT (Consolidação das Leis do Trabalho), no Brasil, em 1943, através do seu Artigo 180, garantia ao trabalhador o direito de evitar a fadiga auditiva. Mais tarde, a Portaria número 607/1965 do Ministério do Trabalho, e o decreto-lei número 229/1967, asseguraram outros benefícios relativos ao conforto no ambiente de trabalho. Posteriormente, a Lei número 6524/1977, altera o Capítulo V do Título II da CLT, e institui em todo o País disposições a respeito da Segurança e medicina do Trabalho. A Portaria número 3214 de Junho de 1978 aprova as Normas Regulamentadoras (NRs), responsáveis pelas regras de segurança nas atividades relativas ao trabalho, em nível nacional. A NR-7 que regulamenta a respeito dos exames audiométricos; a NR-15, nos seus Anexos I e II, trata do estabelecimento dos limites de níveis de ruído para ambientes ocupacionais do tipo industriais.

A NR-17 (Ergonomia), sobre as condições de trabalho, enfatiza, dentre outros, os equipamentos e as condições ambientais do posto de trabalho.

O INSS (Instituto Nacional de Saúde Social), publicou Portaria através do DOU número 131, de 11/07/1997 (edital nº 3 de 9/7/97) que:

“Entretanto, é comum em condições normais de trabalho a coexistência de vários outros fatores que podem agredir diretamente o órgão auditivo, ou através da interação com ruído influenciar o desenvolvimento da perda auditiva. Alguns fatores de risco ambientais são: agentes químicos (solventes, gases, fumos, metálicos, etc); agentes físicos (vibrações, calor, radiação, etc); agentes biológicos (vírus, bactérias, etc)”

O quadro a seguir mostra os limites de níveis de exposição ao ruído ocupacional que atendem as normas de vários países, dentre eles, o Brasil.

Quadro 1 - Limites de níveis de tolerância ao ruído ocupacional, segundo norma de vários países.

| País | Nível de ruído dB(A) | Tempo de exposição (h/d) | Nível máximo dB(A) | Nível máximo admissível de ruído de impacto dB(A) |
|-------------|----------------------|--------------------------|--------------------|---|
| ALEMANHA | 85 | 8 | | 140 |
| JAPÃO | 90 | 8 | | |
| FRANÇA | 85 | 8 | | 135 |
| BÉLGICA | 90 | 8 | 110 | 140 |
| INGLATERRA | 85 | 8 | 135 | 140 |
| ITÁLIA | 85 | 8 | 115 | 140 |
| ISRAEL | 85 | 8 | | |
| ESPAÑA | 85 | 8 | | 140 |
| DINAMARCA | 90 | 8 | 115 | |
| SUÉCIA | 85 | 8 | 115 | 140 |
| USA – OSHA | 90 | 8 | 115 | 140 |
| USA – NIOSH | 85 | 8 | | |
| CANADÁ | 90 | 8 | 115 | 140 |
| AUSTRÁLIA | 85 | 8 | 115 | 140 |
| HOLANDA | 80 | 8 | | |
| BRASIL | 85 | 8 | 115 | 130 |

Fonte: Fernandes (1991), Araújo e Regazzi (1999).

O quadro 2 mostra os limites de tolerância a níveis de exposição a ruído ocupacional, conforme norma nacional expedida pelo Ministério do Trabalho e Emprego, através da Portaria no. 3214, de 08 de Junho de 1978.

Quadro 2 - Limites de tolerância ao ruído ocupacional, segundo norma nacional NR-15.

| Nível de Ruído dB(A) | Exposição Média Diária Permissível (min) |
|-----------------------------|---|
| 85 | 480 |
| 86 | 420 |
| 87 | 320 |
| 88 | 300 |
| 89 | 270 |
| 90 | 240 |
| 91 | 210 |
| 92 | 180 |
| 93 | 160 |
| 94 | 135 |
| 95 | 120 |
| 96 | 105 |
| 98 | 75 |
| 100 | 60 |
| 102 | 45 |
| 104 | 35 |
| 105 | 30 |
| 106 | 25 |
| 108 | 20 |
| 110 | 15 |
| 112 | 10 |
| 114 | 8 |
| 115 | 7 |

Fonte: Portaria 3214 MBT (INSS, 1991).

A Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO), órgão ligado ao Ministério do trabalho e Emprego estabelece por meio da norma NHO-01 (avaliação da exposição ocupacional ao ruído) critérios e procedimentos para a avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente e a ruído de impacto, em quaisquer situações de trabalho que implique em risco potencial de surdez ocupacional.

2.5 RUÍDO E VIBRAÇÃO: SEUS EFEITOS NO HOMEM

Dentre os agentes nocivos à saúde do homem, o mais comum nos ambientes de trabalho é o ruído, que pode causar danos psicológicos, fisiológicos e físicos sobre o organismo humano, contribuindo para o aumento dos acidentes de trabalho (ZANELLA, 1981).

GRANADA (1994), cita importantes agentes estressores ambientais que os trabalhadores ficam expostos, tais como: ruído, vibração, temperatura – físicos; enfermidades ocupacionais, vírus, bactérias – biológicos; e relações interpessoais, jornadas de trabalho, instabilidade profissional – psicossociais.

Os efeitos da interação entre o ruído e a vibração têm sido estudados, sendo a vibração um causador de riscos semelhantes ao ruído, podendo ser fator de aumento de perdas auditivas em ambientes industriais (ALVES FILHO, 2002).

Segundo ALVES FILHO (2002), o sistema vestibular possui os receptores primários sensíveis e sujeitos às amplitudes de vibração (deslocamento e aceleração), sistema ligado à cóclea, o que justifica o conhecimento sobre os danos das vibrações sobre a audição.

De acordo com PIMENTEL, SOUZA e ALVARES (2000), ruídos de 50 dB(A) tem característica perturbadora, porém adaptável; ruídos de 55 dB(A) são excitantes, causando estresse leve e desconforto; ruídos de 65 dB(A) incidem em estresse degradativo do organismo; ruídos de 80 dB(A) provocam liberação de morfina biológica no corpo, causando certa dependência orgânica; ruídos de 100 dB(A) podem causar perdas auditivas irreversíveis.

Os efeitos do ruído sobre o organismo humano são considerados diretos quando percebidos pela orelha como principal meio de propagação da onda sonora; e indiretos quando a energia sonora desloca-se por meio de vibrações pelas partes do corpo (extra-auditivos).

Para OSADA (1988), a qualidade e quantidade dos efeitos do ruído sobre a saúde do indivíduo são dependentes de fatores diversos, relacionados tanto com a fonte sonora, quanto com o trabalhador (intensidade, duração, frequência, sexo, idade, função, saúde, personalidade e sensibilidade).

2.5.1 EFEITOS INDIRETOS DO RUÍDO

Os efeitos não-auditivos do ruído, conforme SELIGMAN (1993), referem-se às alterações orgânicas: neurológicas, cardiovasculares, bioquímicas, vestibulares, digestivas e comportamentais. O ruído tem sido citado como fator causador de inúmeras alterações orgânicas, especialmente nos casos de exposições ocupacionais, além de ser mencionado como relevante no surgimento de problemas de saúde: hipertensão, taquicardia, psicoses, neuroses, gastrites, úlceras, e outros.

BURNS (1973) relata que os ruídos de baixa frequência produzem vibrações na parede torácica e alterações no ritmo respiratório.

Ruídos de baixa frequência podem afetar o senso de equilíbrio, causar fadiga, irritação e náuseas (WEBB, 1978).

Para BERGLUND, HASSMÉN e JOB (1996), o ruído de baixa frequência “é um som desagradável contendo componentes principais dentro de uma faixa específica de frequência”. A saúde do trabalhador fica prejudicada pela falta de atenuação por paredes e demais estruturas e devido aos seus altos níveis penetrantes de ruído. Além dos efeitos sobre a audição, os ruídos de baixas frequências podem causar efeitos sobre os sistemas vestibular, respiratório e cardiovascular, perturba o sono e a comunicação, age negativamente sobre a produção e o desempenho e a cognição. O sistema endócrino pode sofrer alterações em consequência de sons de baixa frequência, podendo prejudicar o estado de saúde geral do trabalhador (sons na faixa de 0,5 a 200 Hz são os mais estudados em suas ações no organismo humano).

Dentre os efeitos indiretos do ruído, o estresse é mencionado por FRANÇA e RODRIGUES (1997), que referem a importância do estudo da reação do indivíduo frente ao estímulo sonoro, levando em consideração as características individuais de cada pessoa.

Segundo VAN DIJK (1986), os efeitos não-auditivos podem ser classificados em quatro grupos: efeitos somáticos ou vegetativos (biológicos), efeitos vestibulares, interferências em atividades, e efeitos psicológicos.

De acordo com ALEXANDRY (1985), ocorrem três tipos de respostas ao ruído: resposta somática, resposta química e resposta psicológica. A resposta somática diz respeito a fatores como a vasoconstrição periférica; a hiporritmia ventilativa; a variação galvanotérmica e a variação tensomuscular. A resposta química refere-se a relação de secreção de substâncias glandulares que produzem trocas clínicas na composição de suco gástrico, sangue, urina e fluido neurônico. A resposta psicológica apresenta-se em vários níveis, como sono, atenção, concentração, irritabilidade, ansiedade, inibição, medo e neurótico.

Dentre as três respostas, a mais preocupante, para ALEXANDRY (1985), é a psicológica, já que regula a vida de relação do trabalhador, enquanto as respostas somática e química regulam elementos potenciais a consequências quanto à acumulação temporal.

Mudanças no comportamento social e ocupacional são percebidas em indivíduos que ficam expostos por tempo demasiado a ruídos intensos, aspectos psicológicos destacam-se nesses comportamentos e refletem-se na forma de irritabilidade exces-

siva, impaciência, depressão, falta de interesse social, entre outros (ALVES FILHO, 2002).

Trabalhadores em ambientes ruidosos relatam náuseas, queixas nervosas, dor de cabeça, alteração do humor, distúrbios do sono, ansiedade, conflitos sociais e na família. O ruído funciona como um estressor não-específico (SMITH, 1991).

2.5.2 EFEITOS DIRETOS DO RUÍDO

A degeneração das células sensoriais do órgão de Corti caracteriza os danos diretos causados pelo ruído. Quando a pressão sonora apresenta níveis em torno de 140 dB(A), a lesão denomina-se “trauma acústico”, uma lesão imediata, geralmente permanente. A energia acústica provoca uma distensão da membrana timpânica (orelha média), podendo rompê-la. Exposições a ruídos de 90 dB(A) a 140 dB(A) danificam a cóclea metabolicamente. Nesta faixa de freqüências, a extensão da lesão dependerá do tempo e do nível de exposição a que os trabalhadores ficam expostos. A perda auditiva induzida por ruído (PAIR), como é chamada, manifesta-se de modo lento e cumulativo, evoluindo progressivamente com os anos de exposição (CLARK, 1992).

A PAIR apresenta uma simetria, com lesão das freqüências entre 4000 e 6000 Hz, sendo que as freqüências abaixo de 1500 Hz comumente não são lesadas pelo ruído, talvez pela proteção do reflexo estapédio. A freqüência que sofre alteração precoce é a de 6000 Hz. Fatores como: intensidade, duração, vibrações, suscetibilidade, hipertensão e sexo são marcantes no desenvolvimento das perdas auditivas induzidas pelo ruído (AXELSSON, 1979).

JERGER e JERGER (1989), caracterizam a PAIR como neurosensorial, bilateral, simétrica, tendo uma curva do tipo descendente. Ela possui grau progressivo de perda, iniciando-se leve, em torno de 3000 e 6000 Hz, com maior acentuação em 4000 Hz, piorando conforme a continuidade de exposição. A PAIR atinge as células ciliadas da orelha interno, danificando, aproximadamente 5 a 15 milímetros desde a janela oval, na região receptora dos estímulos sonoros de 4000 a 6000 Hz. As causas da sensibilidade desta região podem estar ligadas à ressonância da orelha externa e média, a características mecânicas e anatômicas da cóclea ou de seu suprimento sangüíneo.

2.5.3 SUSCETIBILIDADE E EXPOSIÇÃO AO RUÍDO

A suscetibilidade pode ser definida como uma tendência para perceber influências ou adquirir enfermidades; maneira pessoal de reagir a agentes externos; maneira de ver, sentir e reagir próprias de cada pessoa (AURÉLIO, 1986).

Existe uma extensa variabilidade individual na sensibilidade à exposição sonora.

As mudanças temporárias e permanentes dos limiares em resposta a uma dada exposição intensa ao ruído, diferem de 30 – 50 dB entre os indivíduos. Outros fatores estão associados com as diferenças na suscetibilidade individual: a transferência acústica ineficiente através da orelha externa e média, como um determinante do volume da energia ligada à estrutura da orelha interna; e a perda auditiva preexistente, que pode implicar em menor perda adicional ocorre se a estrutura sensível da orelha já estiver comprometida (SUTER, 1991).

De acordo com ALEXANDRY (1985), a adaptabilidade refere-se à defesa orgânica gerada por determinado fator repetido. A suscetibilidade é que vai definir o tempo de superação do problema causado pelo ruído, dependendo também de sua gravidade.

Para ALEXANDRY (1985), existem níveis de risco de ruído a que o trabalhador se submete: nível de moléstia, nível de risco e nível de perigo. São esses níveis que vão determinar os efeitos do ruído sobre o homem. O nível de moléstia corresponde a alguma resposta frente ao ruído, com interferências no trabalho, no sono, na comunicação (oral, visual e escrita); o nível de risco corresponde a lesões temporárias e o nível de perigo, a lesões permanentes, choques e traumas, podendo levar à morte.

A idade é outro fator considerado no estudo da suscetibilidade, no qual YANZ e ABBAS (1982), argumentam variabilidade entre os indivíduos de diferentes idades na ocorrência de perdas auditivas induzidas pelo ruído.

2.5.4 MUDANÇA TEMPORÁRIA DO LIMIAR AUDITIVO – TTS

A “*Temporary Threshold Shift – TTS*”, ou mudança temporária no limiar, significa alterações dos limiares auditivos que, nos indivíduos ditos com audição normal, não superam a 40 dB(A) (BUNS, 1973; KRYTER, 1985). Essas alterações variam de acordo com a frequência de excitação do estímulo sonoro, cujos desvios mais acentuados ocorrem entre 4000 e 6000 Hz. A recuperação da fadiga auditiva requer ho-

ras, ou seja, é preciso mais tempo do que o da instalação da fadiga para que os limiares voltem ao normal. MERLUZZI (1979), realizou estudos sobre a recuperação dos limiares, concluindo que essa recuperação obedece a um andamento proporcional ao logaritmo do tempo, e que a maior parte da TTS se recupera nas primeiras duas a três horas. O restante poderá levar até dezesseis horas, dependendo do estímulo recebido pelo indivíduo.

Segundo GELFAND (1998), a Mudança Temporária do Limiar, ou seja, a redução sensitiva auditiva, ocorre por aproximadamente dezesseis horas após a exposição ao ruído, tendo um melhoramento que se segue após esse tempo de queda da sensibilidade auditiva. A fadiga pós-estimulatória parece ser uma manifestação das mudanças temporárias nas células sensoriais (ciliadas), resultado da estimulação aos ruídos estressantes.

O término da exposição é seguido de uma elevação dos limiares auditivos, sendo um primeiro efeito notável da exposição ao som intenso. O grau da TTS é função primária da intensidade e duração do ruído, mas depende de outros fatores: envelhecimento, estilo de vida, otites, lesões na cabeça e o consumo de drogas ototóxicas, que estão envolvidos no desenvolvimento da perda auditiva (MIYAKITA e UEDA, 1997).

2.5.5 MUDANÇA PERMANENTE DO LIMIAR AUDITIVO – PTS

A “*Permanent Threshold Shift – PTS*”, ou mudança permanente no limiar auditivo, encontra-se nos trabalhadores submetidos a altas intensidades durante períodos prolongados (ALVES FILHO, 2002).

A perda auditiva permanente induzida pelo ruído, conseqüente da mudança permanente do limiar auditivo, ainda acomete muitos trabalhadores expostos ao ruído, apesar dos conhecimentos adquiridos sobre os danos causados por sua exposição prolongada sem o uso de protetores adequados. O dano causado é um enfraquecimento auditivo lento, ocorrendo durante anos com exposições excessivas ao ruído, motivo pelo qual o trabalhador não percebe o perigo. O ruído geralmente não causa dores, e, quando ocorrem sintomas dolorosos, eles desaparecem assim que o estímulo cessa. O prejuízo auditivo causado pela exposição ao ruído ocupacional, somado ao estilo de vida resulta em várias alterações.

Conforme GASAWAY (1985), alguns indícios aparecem durante o início da perda auditiva induzida pelo ruído: a mudança é bilateral, com uma orelha um pouco mais envolvida que a outra; a alteração ocorre dentro da faixa auditiva acima de 2000 Hz; a primeira mudança é mais acentuada em 4000 Hz, e depois em 3000 e 6000 Hz; o indivíduo não percebe, inicialmente, a mudança, já que ela envolve outras faixas de frequência e não a faixa de audição da fala (500 – 2000 Hz); o indivíduo pode sentir um som estridente (tinidos/zumbidos).

2.5.6 PERDA AUDITIVA INDUZIDA PELO RUÍDO

“A probabilidade de que um ruído possa danificar a audição está relacionada com o nível de pressão global, com o espectro de frequência, e com o parâmetro temporal de um ruído versus duração da exposição” (JERGER e JERGER, 1998: 133).

De acordo com JERGER e JERGER (1998), a exposição a ruídos de forte intensidade resulta numa perda auditiva temporária ou permanente; podendo ocorrer de forma lenta, pela exposição prolongada a ruídos ambientais de risco (PAIR), ou ainda, de forma brusca, pela exposição de curta duração a um ruído intenso (trauma acústico).

A relação de tempo de exposição, a presença ou ausência de ruído de fundo, o espectro sonoro e o tipo de ruído são elementos que precisam ser considerados durante o estudo relacionado de exposição ao ruído e perdas auditivas (PLOMP, GRAVENDEEL e MIMPEN, 1963; AXELSSON, 1979; YERG, 1975; SATO, 1988).

BURNS (1973), PETERSON e GROSS (1978) e HARRIS (1979), relatam que em ambientes de trabalho na faixa de 20 a 200 Hz, cujas fontes de ruído são ventiladores, bombas, compressores, geradores, veículos pesados, entre outros, o ruído é de frequência baixa. Esse tipo de ruído é muito incômodo, já que pode ser ouvido de longas distâncias, por consequência de seu grande comprimento de onda, e seu reduzido poder de atenuação do meio no qual se propaga. O ruído de alta frequência tende a ser mais prejudicial ao sistema auditivo e mais desconfortável do que o de baixa frequência.

O Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva (1994), órgão multidisciplinar integrado pela SBORL, ANAMT, SBFono e SOBRAC, definiu e caracterizou a

PAIR relacionada ao trabalho com objetivo de apresentar o posicionamento oficial da comunidade científica brasileira sobre o tema. Definiu a PAIR diferentemente do trauma acústico, como sendo uma perda auditiva gradual, ocasionada pela exposição continuada ao estímulo sonoro intenso. Com características neurosensoriais, quase sempre bilaterais, com danos causados ao órgão de Corti, raramente perda auditiva do tipo profunda (geralmente não ultrapassa os 40 dBNA nas baixas frequências e os 75 dBNA nas frequências altas). Acomete, primeiramente, as frequências de 6000, 4000 ou 3000 Hz e, com a progressão da lesão, afeta as frequências de 8000, 2000, 1000, 500 e 250 Hz. O trabalhador que apresenta PAIR pode queixar-se de intolerância a ruídos intensos, zumbidos e não compreensão da fala (inteligibilidade) pois trata-se de uma lesão coclear. Geralmente chega ao nível máximo de alteração, para as frequências de 3000, 4000 e 6000 Hz, nos primeiros 10 a 15 anos de trabalho com ruído intenso (BELTRAMI, 1999).

Segundo OLIVEIRA (1997), a perda auditiva induzida por ruído é uma doença cumulativa e insidiosa, que evolui com o tempo de exposição, associada ao ambiente de trabalho. Pode ser consequência de níveis de ruído que excedam uma média de 90 dB; oito horas por dia, sucessivamente, por vários anos. Após poucos anos de contato diário com o estímulo sonoro elevado, a perda auditiva inicia na frequência de 4000 Hz e atinge uma faixa de 3000 a 6000 Hz.

Conforme SATALOFF (1987), existem algumas características da PAIR (excluindo os casos de trauma acústico):

- A perda auditiva é irreversível, neurosensorial e predominantemente coclear;
- O trabalhador que apresenta perda auditiva deve ter história prolongada de exposição a níveis de ruído elevados (maior que 85 dB(A) / 8h / dia);
- A perda auditiva deve ter iniciado nas altas frequências (6000, 4000, 8000, 3000 e 2000 Hz ou 4000, 6000, 8000, 3000 e 2000 Hz) e ser semelhante nas duas orelhas;
- Os resultados da audiometria tonal e da audiometria vocal devem ser condizentes;
- A perda auditiva deve estabilizar-se quando a exposição ao ruído for cessada.

Além de afetar o sistema auditivo, a exposição diária a níveis elevados de ruído traz conseqüências do tipo: zumbido, interferência na comunicação, incômodo ambiental, queda no desempenho das atividades, irritação, dores de cabeça; interferindo diretamente no sistema biológico e psicológico do trabalhador (MILLER, 1972 e MALATHI, 2001).

Conforme MENDES (1996), a lesão induzida pelo ruído é ocasionada por uma intensidade excessiva de ruído incapaz de ser amortecida até os níveis seguros pelo reflexo estapédio e tensor do tímpano, imprimindo-se na janela oval uma onda de pressão excessiva que passa para a escala média e para a rampa timpânica da orelha interna; se isso ocorrer de forma crônica, pode determinar a morte das células ciliares. Primeiramente, ocorre uma deformação dos cílios com comprometimento parcial da audição, para mais tarde haver morte das células ciliadas.

De acordo com MERLO et al (1996), os fatores que podem estar relacionados com o grau de lesão são: níveis de intensidade superiores a 80 dB, ruído intermitente ou de impacto, maior período de exposição, efeito cumulativo dos danos, suscetibilidade individual, idade precoce de exposição, patologias associadas (hipertensão, diabetes, hipertireoidismo, vasculopatias), distância da fonte produtora de ruído e patologias auditivas prévias.

MIRANDA e DIAS (1998), relatam que, no Brasil, assim como em outros países, o ruído é o agente de maior incidência no ambiente de trabalho. As perdas auditivas, conseqüentes da lesão de células sensoriais situadas no órgão de Corti, geralmente são bilaterais, com evolução insidiosa e progressiva e irreversível.

A perda auditiva induzida pelo ruído é a segunda maior causa de perda auditiva sensorioneural em ambiente ocupacional, sendo a presbiacusia, a primeira (RABINOWITZ, 2000).

PHANEUF e HÉTU (1990), argumentam que em ambientes ocupacionais, onde os trabalhadores são fumantes, existe maior probabilidade de perda auditiva, pois a nicotina reduz o suprimento de sangue para o órgão de Corti (principalmente para a cóclea), estreitando as paredes dos vasos sangüíneos. Os mesmos autores apontam a PAIR como a mais prevalente das doenças ocupacionais. Em estudos epidemiológicos, relatam que a incidência seja de 8 a 12 para cada 1000 pessoas, sendo de 77/1000 para homens e 70/1000 para mulheres, numa população de adultos. O efeito inicial mostra alteração na freqüência de 4000 Hz, atingindo 3000 e 6000 Hz

posteriormente, sendo a audiometria o exame que registra a extensão e progressão da lesão. Com o aumento do período de exposição ao ruído, ao passar dos anos, a curva mostra-se achatada nas frequências entre 3000, 4000 e 6000 Hz, que apresentam níveis semelhantes. Com a idade, a curva sofre um declínio progressivo nas frequências agudas, que, para os autores, está relacionada ao tempo de exposição e não à idade.

Em pesquisa realizada por MARTINS et al (2001) com motoristas e cobradores de ônibus, observa-se que o índice de perda auditiva induzida por ruído foi de 34% para os motoristas e 3% para os cobradores. O estudo analisou o levantamento audiométrico de motoristas e cobradores de uma empresa de ônibus de Bauru / SP (140 motoristas e 34 cobradores) com idades entre 18 e 60 anos, excluindo do estudo aqueles que apresentavam fatores de risco para deficiência auditiva e / ou audiogramas com configuração sugestiva de outra etiologia associada ao ruído. A medida (com utilização de dosímetro) da dose de ruído a que ficavam expostos esses trabalhadores também fez parte do estudo.

2.6 AUDIOMETRIA OCUPACIONAL

O ruído ocupacional é um grave problema social, presente em muitas profissões atuais, controlado em algumas, esquecido em outras.

“A norma ISO 2631, estabelece as curvas limite de aceleração máxima recomendada para cada tempo de exposição, de 1 min a 12 horas. A faixa de frequência na qual o corpo humano apresenta mais sensibilidade é de 1 Hz a 80 Hz. O corpo pode ser submetido a vibrações em várias direções e posições, em pé, sentado ou deitado” (GERGES, 1992: 67).

Todo o trabalhador que fica exposto a níveis elevados de ruído deve ter registros de seu desempenho auditivo – audiometria - desde seu início na atividade ruidosa. O exame audiométrico deve ser realizado em todos os trabalhadores expostos ao ruído, conforme a NR-7 – portaria 19 (ALVES FILHO, 2002).

Segundo COUTO e SANTINO (1995), a audiometria consta de um registro gráfico do limiar de audibilidade do indivíduo a diversas frequências do som, isto é, varia-se a frequência do som (125 a 8000 Hz) e registra-se para cada uma delas a percepção da intensidade do som em decibéis (dB) para cada frequência.

De acordo com FROTA (1998), a escala de decibel é a mais utilizada para descrever níveis sonoros, trata-se de uma escala logarítmica que significa 10 vezes o logaritmo de base 10 da razão entre duas grandezas. O decibel é um valor relativo, de modo que sempre se deve saber que padrão é usado para ele. O padrão é a menor intensidade ou pressão possível de ser ouvida.

Para HARRIS (1979), os estímulos mais empregados para o teste de sensibilidade auditiva são os tons puros na faixa de 500 – 6000 Hz, sendo testado com nível de audição padronizado “0 dB”. A faixa entre -10 e 25 dB é considerada dentro dos padrões normais.

Na audiologia, as escalas de decibéis mais usadas são: dBNA, dBNS, dBA, dBC e outros; e os exames audiométricos são realizados numa escala de dBNA.

Conforme COUTO e SANTINO (1995), o audiômetro é o instrumento eletroeletrônico, calibrado com tons puros, utilizado para avaliar os limiares auditivos nas frequências específicas que se quer medir. Para audiometrias ocupacionais utilizam-se as medidas das frequências de 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000 Hz, respectivamente. Esse aparelho constitui-se de três unidades básicas: oscilador eletrônico (emite sinais de tom puro às frequências de 125 a 8000 ciclos por segundo), amplificador e atenuador (amplifica ou diminui o sinal sonoro – intensidade) e fones de ouvido (localizam o sinal emitido numa e noutra orelha); e três unidades adicionais: oscilador (medidas da condução óssea), gerador de ruído de mascaramento (isolador de uma orelha, gerando maior precisão da audição no caso de alterações auditivas) e dispositivo de microfones e fones (para comunicação entre examinador e examinado). O audiômetro possui ainda dois controles, um de volume (varia de -10 a 120 dB, com variação a cada 5 dB) e um de frequência.

Ainda na concepção de COUTO e SANTINO (1995), a audiometria ocupacional consta da investigação dos limiares da via aérea, havendo comprometimento destes, realiza-se via óssea e logoaudiometria (audiometria da fala), para verificar que tipo de alteração o indivíduo possui (principalmente em casos onde as frequências de 2000 e 3000 Hz encontram-se rebaixadas). Os resultados considerados normais, no gráfico audiológico, são os de limiares inferiores ou iguais a 25 dB para todas as frequências pesquisadas. O critério de avaliação dos limiares ou curvas audiométricas varia conforme o profissional que realiza o exame. Dentre os critérios mais utilizados

encontram-se: o critério baseado na percentagem de perda auditiva (antiga NR – 7), o critério de Everardo Costa, o critério de Pereira e o critério de Merluzzi.

O critério baseado na percentagem de perda auditiva era utilizado por determinações legais, mesmo considerado incorreto e incoerente por alguns profissionais, pois confundia-se com critérios indenizatórios da medicina do trabalho. Esse método não é mais utilizado pelos profissionais da área da audiolgia.

Conforme MOREIRA (1998), a PAIR pode ser classificada através de cinco critérios não-oficiais: Costa, Clínico, Merluzzi, ACOCMAN / AAOCHE e Fowler¹; e um critério oficial: INSS.

COSTA (1992), criou a proposta que se baseia na identificação precoce da gota acústica e de seu agravamento, ou seja, a valorização do rebaixamento da frequência de 3000 Hz primeiramente. O critério propõe cálculo da média aritmético das frequências de 500, 1000 e 2000 Hz, seguido do cálculo aritmético das frequências de 3000, 4000 e 6000 Hz. Com os valores obtidos, classifica-se a audiometria de acordo com o quadro:

Quadro 3 - Classificação das Perdas Auditivas Induzidas Por Ruído, segundo COSTA (1992).

| GRUPO | MÉDIA 500, 1000 E 2000 Hz | MÉDIA 3000 4000 E 6000 Hz |
|-------|--|---------------------------|
| 0 | < = 25 dB | < = 25 dB |
| 0 + | < = 25 dB | < = 25 dB (*) |
| I | < = 25 dB | > 25 dB |
| II | < = 25 dB | > 25 dB e 3000 > 25 dB |
| III | < = 25 dB | > 25 dB e 2000 > 25 dB |
| IV | > 25 dB | > 25 dB |
| V | Traçados anômalos (patologia não induzida por ruído) | |

(*) Com 3000 ou 4000 ou 6000 Hz acima de 25 dB.

O cálculo é baseado nas médias obtidas na audiometria, para verificar evolução clínica é necessário avaliar ocorrência de aumento no valor das médias obtidas de uma audiometria para outra, o que para Everardo Costa, representa uma perda auditiva séria, dependendo do grau de piora, independente de haver alteração no grupo de classificação.

Critério do ACOCMAN (Hodgson, 1980) / AAOCHE (Lierle, 1959):

O *American Council of Otolaryngology Committee on Medical Aspects of Noise* (ACOCMAN) e a *American Academy of Otolaryngology Committee on Hearing and*

¹ A NR7, atualizada em dezembro de 1994, retira a tabela de Fowler como critério de classificação de PAIR (Segurança e Medicina do Trabalho, 1995).

Equilibrium (AAOCHE) criaram um método de quantificar a perda auditiva em porcentagem.

O cálculo baseia-se na média dos limiares auditivos obtidos nas frequências de 500, 1000 e 2000 e 3000 Hz e considera perda auditiva o limiar acima de 25 dB, sendo considerado em uma só orelha.

Critério Oficial (INSS, 1999):

Quadro 4 - Critério do INSS (Instituto Nacional de Seguridade Social – Ministério da Previdência Social – Decreto-Lei Nº 357 de 7 /1 2 / 1991.

| Critério de classificação adotado pelo INSS | |
|--|------------------|
| Média aritmética das perdas em dB em 500, 1000 e 2000 Hz | Redução |
| No máximo 30 dB | Normal |
| 31 a 50 dB | Grau mínimo |
| 51 a 70 dB | Grau médio |
| 71 a 90 dB | Grau máximo |
| Mais de 90 dB | Perda da audição |

O grau máximo da normalidade adotado é o de 30 dB para a média aritmética em dB nas frequências de 500, 1000 e 2000 Hz e não de 25 dB como nos demais critérios já mencionados.

MERLUZZI (1979), refere o critério de controle de audição de trabalhadores expostos ao ruído, enfatizando que seu método deve levar em consideração os seguintes pontos:

- Protocolo para coleta de informações de coleta de informações do trabalhador, do ruído a que fica submetido, do exame otoscópico e audiométrico;
- Local de realização da audiometria (ambiente acústico adequado, em cabine audiométrica);
- Aparelhagem audiológica de realização do exame (audiômetro devidamente calibrado e cabine audiométrica acusticamente adequada);
- Método do exame (audiometria descendente);
- Periodicidade do exame (admissional, após 6 meses e ano a ano);
- Critérios e classificação dos traçados audiométricos;
- Aspectos legais.

CRITÉRIO DE MERLUZZI (1979):

No grupo 0 – audiometrias normais (< 25 dB para todas as frequências);

Nos grupos 1, 2, 3, 4 e 5 – perdas auditivas induzidas por ruído, de acordo com a gravidade, com perdas auditivas de 1°, 2°, 3°, 4° e 5° graus;

No grupo 6 – traçados audiométricos com perda auditiva cuja patologia é induzida por ruído e outros fatores;

No grupo 7 – audiometrias cuja causa não é o ruído.

Conforme NUDELMANN (2001), a perda auditiva híbrida, conceito recentemente inserido no meio da saúde pública, indica que mais de um fator pode contribuir para a instalação da lesão auditiva, dentre eles a idade, o manejo de arma de fogo (trauma acústico) e a ocorrência de histórico de otites com tratamentos inadequados. A investigação detalhada no momento da anamnese irá determinar ou não o fator de maior contribuição para a perda auditiva, ficando estabelecido que, caso não haja prevalência, determina-se 25 % de incidência para cada fator de risco.

O registro “*base-line*” é o registro feito no momento da admissão do profissional, servindo de estimativa auditiva antes da exposição ao ruído danoso no ambiente de trabalho (ALVES FILHO, 2002).

O controle audiométrico é imprescindível nos primeiros anos de exposição ao ruído, já que a perda auditiva acentua-se mais neste período. Segundo STENKELBURG (1982), a audiometria deve ser realizada no ato de admissão do trabalhador, após seis meses de exposição, e uma vez ao ano sucessivamente. Esses exames devem ser arquivados para posteriores comparações e estudos longitudinais. Exposições sonoras com limiares de 85 dB(A) ou 90 dB(A) causam enfraquecimento auditivo numa idade avançada, por isso o autor recomenda medidas de proteção e controle especiais nesses casos (maior suscetibilidade).

Conforme GASAWAY (1985), a audiometria ocupacional faz parte da saúde preventiva do trabalhador, identificando mudanças no seu limiar auditivo, monitorando seu desempenho com objetivo de conservação auditiva.

Através da audiometria é possível identificar os trabalhadores de maior incidência de perda auditiva induzida por ruído, permitindo o controle e expansão da patologia, caso seja identificada precocemente (MELNICK, 1984).

Os primeiros controles de ruído foram realizados por volta de 1930, quando, por sua intervenção, baixaram os índices de erros, absenteísmo, rotatividade, aumentando a produtividade dos trabalhadores. Mais tarde, por volta das décadas de 60 e 70, a acústica passou a ser aplicada em ambientes de trabalho com nível de ruído

significativo. As empresas que adotaram essas medidas tiveram lucros com a eficiência e o conforto de seus funcionários (SUNDSTROM e SUNDSTROM, 1987).

2.7 ANATOMO-FISIOLOGIA DA AUDIÇÃO

A audição humana possui um dos mais complexos sistemas do organismo, capaz de detectar sinais sonoros que vão de sons de freqüências baixas (20 Hz) a altas (20000 Hz) ou do menos intenso (2×10^{-5} Pa ou 20 μ Pa) ao mais intenso (200 N/m²), dentro de uma faixa de freqüência audível (BURNS, 1973; KRYTER, 1985; HARRIS, 1979; SANTOS, MATOS, MORATA et al, 1994).

De acordo com GELFAND (1998), a orelha é sensível a uma faixa de intensidade que varia de 0 dB a, aproximadamente, 140 dB. Isso quer dizer que a pressão sonora mais intensa que é produzida está na ordem de 10 milhões maior que a pressão sonora mais tênue que é percebida sob condições perfeitas de escuta.

A audição acontece por intermédio de diversas transduções ou transformações complexas do som. No momento em que as ondas sonoras atingem o pavilhão auricular ou a orelha externa começam as transformações. A orelha externa e a orelha média é que são as modificadoras do som, que será utilizado pela cóclea – parte helicoidal e repleta de líquido da orelha interna. Com a estimulação do líquido coclear, ocorrem movimentos das membranas, que estimulam as células ciliadas internas a liberar um neurotransmissor – excitando o nervo vestibulococlear (nervo craniano VIII). Portanto, a orelha humana funciona como um transdutor, um microfone, transformando a energia mecânica em energia elétrica (SHORE, 1986).

Para melhor discutir perda auditiva induzida por ruído (PAIR) é necessário esclarecer como funciona este complexo mecanismo da audição.

O aparelho auditivo divide-se em três segmentos: orelha externa, orelha média e orelha interna.

2.7.1 ORELHA EXTERNA

A orelha externa constitui-se de pavilhão, meato acústico externo e canal auditivo. O pavilhão auditivo, também chamado de orelha, é uma formação cartilaginosa elástica, situada em cada lado da cabeça, localizada à altura do osso temporal. Suas funções são: conduzir os sons para o interior do canal auditivo, melhorar a transfe-

rência da energia sonora para a membrana timpânica e auxiliar na localização do som. Possui face externa irregular, o que facilita a captação de estímulos sonoros.

O conduto auditivo externo situa-se desde a concha até a membrana do tímpano, a qual fecha o meato auditivo e separa a orelha externa da orelha média. O conduto auditivo ou canal auditivo é um tubo preenchido com ar, através do qual os sons se propagam para chegar à orelha média. Segundo BERNE e LEVY (1990), a forma deste canal possibilita uma ressonância de aproximadamente 3500 Hz, com ampla faixa de sintonia (800-6000Hz), isso devido a sua elasticidade. Ao chegarem ao meato acústico, as ondas sonoras, atingem a membrana timpânica, fazendo-a vibrar e ocasionando um movimento na cadeia ossicular que se localiza na orelha média.

Existem diferenças de tempo e intensidade entre as duas orelhas, ou seja, a orelha próxima à origem do estímulo sonoro recebe-o mais rápido e mais intenso que a oposta, o que possibilita a localização sonora no plano horizontal. Os auxiliares na localização do som em suas direções (acima, abaixo, em frente e atrás) são a concha e o pavilhão auricular (PICKLES, 1988).

2.7.2 ORELHA MÉDIA

De acordo com HOUSSAY (1984) a orelha média constitui-se de uma membrana timpânica e uma cadeia de ossículos: martelo, bigorna e estribo, respectivamente. Esses ossículos estão presos entre si, movendo-se como uma unidade. A base do martelo está presa à membrana timpânica, e a base do estribo se apóia sobre a membrana que recobre uma abertura no revestimento ósseo da orelha interna – janela oval.

O som, transmitido ao longo da orelha externa, alcança a membrana timpânica, ocasionando sua vibração. Essa vibração é transmitida à cadeia ossicular, que vibra em torno de um eixo que passa próximo à articulação do martelo com a bigorna. A janela oval vibra e as ondas sonoras são transmitidas para o líquido que existe no interior da orelha interna. É preciso que as pressões nas duas faces da membrana timpânica sejam idênticas para que haja vibração e transmissão do som pela orelha média (HOUSSAY, 1984).

A orelha média proporciona a coordenação entre o ar de baixa impedância e líquidos de alta impedância, e a grande área da membrana timpânica e a pequena área da janela oval. A membrana timpânica e a cadeia ossicular servem como um

dispositivo de equalização da impedância. A orelha precisa detectar as ondas sonoras no ar, mas o mecanismo de transdução neural depende dos movimentos estabelecidos no líquido contido dentro da cóclea. As ondas de pressão sonora no ar necessitam de conversão em ondas de pressão no líquido, ou seja, os estímulos mecânicos devem ser transformados em estímulos hidráulicos devido à existência dos líquidos no órgão de Corti. A eficiência da equalização da impedância é suficiente para aumentar a audição de 10 a 20 dB. Quando recebe estímulos pouco intensos, a cadeia ossicular realiza movimentos mais suaves, ocasionando menor rigidez na membrana timpânica, e maior vibração. Com estímulos mais intensos, ocorre o contrário. O aumento de tensão da membrana timpânica protege a cóclea dos efeitos prejudiciais dos deslocamentos de ar em explosões, por exemplo, dando a esta sua propriedade um extremo valor (BERNE e LEVY, 1996).

No interior da orelha média são encontrados dois músculos, tensor do tímpano e estapédio. O tensor do tímpano fica preso à membrana timpânica, enquanto o estapédio fica preso ao estribo. Os estímulos intensos provocam a rigidez da cadeia ossicular, através da ativação desses dois músculos, reduzindo a transmissão sonora. Porém sons intensos abruptos (explosão, tiro), por apresentarem tempo de duração reduzido, não são minimizados por esse reflexo muscular, ficando a orelha desprotegida nesses casos. Com a ação de tração do cabo do martelo para dentro, feita pelo músculo tensor do tímpano, e a tração do estribo para fora, realizada pelo estapédio, ocorre uma oposição desses músculos entre si, fazendo com que a cadeia ossicular obtenha um alto grau de rigidez. Ocorre, por consequência dessa rigidez, uma redução na condução dos estímulos de baixa frequência (principalmente abaixo de 1000 Hz). De acordo com GANONG (1989), este reflexo de atenuação pode reduzir a intensidade de transmissão do som de 30 a 40 dB. A função desse mecanismo é a de proteger a cóclea de vibrações nocivas causadas por sons muito intensos; e mascarar sons de baixa frequência em ambientes de poluição sonora.

Esses pequenos músculos fixados aos ossículos têm função de modulação e transmissão de energia pelos ossículos, proteção da orelha contra sons altos e lesivos, e diminuição seletiva dos sons de baixa frequência para auxiliar na percepção de sons da fala (DALLOS, 1973).

2.7.3 ORELHA INTERNA

A cóclea e o aparelho vestibular compõem a orelha interna, também chamado de labirinto (GANONG, 1989). O labirinto ósseo é composto por uma série de canais situados na parte petrosa do osso temporal. O labirinto membranoso localiza-se dentro destes canais, rodeado por um líquido – perilinfa - rico em sódio. O labirinto membranoso está preenchido pela endolinfa, rico em potássio. As células ciliadas da cóclea estão banhadas por um fluído – cortilinha, que contém sódio em alta concentração (GELFAND, 1998).

A impedância é a razão entre a amplitude da variação da pressão e a amplitude da variação da velocidade de propagação de um volume de ar. Uma das principais funções da membrana timpânica e da cadeia ossicular da orelha média, de acordo com GOLDSTEIN (1978), é a de superar a diferença entre as impedâncias dos dois meios – orelha média e orelha interna.

Exposição prolongada a níveis elevados de ruído podem causar danos irreparáveis à orelha interna.

Para melhor compreensão da perda auditiva induzida por ruído, a estrutura da orelha interna precisa ser estudada com maior detalhe de seus componentes: cóclea e órgão de Corti.

2.7.3.1 Cóclea

Constitui-se de um sistema de tubos enrolados em forma de caracol, medindo 35mm, aproximadamente, de comprimento, dando duas voltas e meia na orelha humana. Estão dispostos três diferentes tubos enrolados lateralmente: escala vestibular, escala média e escala timpânica. A membrana de Reissner separa a escala vestibular e a escala média, e a membrana basilar separa a escala timpânica da escala média. A perilinfa é o líquido aquoso que preenche a escala vestibular e a escala timpânica, que comunicam-se entre si através da helicotrema, pequena abertura no ponto mais elevado da cóclea. Na base da cóclea, a escala vestibular termina na janela oval, que é fechada pela base do estribo – platina. A janela redonda é o local onde termina a escala timpânica, trata-se de uma abertura na parede mediana da orelha média, a qual é fechada por uma flexível membrana secundária. A endolinfa preenche a escala média, que tem continuidade próxima às outras duas escalas. O canal coclear membranoso contém a membrana basilar, sobre a qual encontram-se

as células ciliadas sensoriais que são órgãos transdutores. A membrana basilar e o órgão de Corti constituem a separação das rampas cocleares média e timpânica – partição coclear (BROWNELL, 1985).

2.7.3.2 Órgão de Corti

O órgão de Corti é o receptor que gera impulsos em resposta às vibrações provenientes da membrana basilar. De acordo com GUYTON e HALL (1998), as células ciliadas internas e externas é que são os responsáveis pela recepção sensorial no órgão de Corti.

Para GUYTON e HALL (1998), as células ciliadas externas melhoram a audição pela influência dos padrões vibratórios da membrana basilar, porém o mecanismo exato que altera o padrão ainda é desconhecido. As células ciliadas localizadas no órgão de Corti ficam dispostas em quatro fileiras, sendo três de células externas (20000, aproximadamente) e uma de células internas (em torno de 3500). Os movimentos dos fluídos perilinfa e endolinfa estimulam os nervos auditivos, acionados, em seus potenciais de ação, pelas células sensoriais primárias, que parecem ser as células ciliadas internas. Os sinais auditivos são transmitidos pelas células ciliadas internas, apesar do número maior de células ciliadas externas. A base e os lados das células ciliadas fazem sinapse com uma rede de terminações nervosas cocleares. O gânglio espiral de Corti, localizado dentro da cóclea, recebe as fibras nervosas de todas as terminações. Sempre que a membrana basilar vibra, movimentando os cílios, ocorre a excitação das células ciliadas, gerando a propagação do som.

A membrana basilar é composta por fibras, e separa a escala média da timpânica. As fibras são estruturas rígidas elásticas, fixadas nas suas extremidades basais à estrutura óssea central da cóclea, encontrando-se livres nas extremidades opostas, com graus diferentes de liberdade. A fibra basilar permite a chegada da onda sonora, mas seu comportamento varia de acordo com a frequência com que chega essa onda sonora. Uma onda de alta frequência alcança pequena distância antes de extinguir-se, enquanto uma de baixa frequência consegue percorrer toda a fibra antes de sua dissipação (GUYTON e HALL, 1998).

2.8 MEIOS DE PREVENÇÃO DA PERDA AUDITIVA INDUZIDA PELO RUÍDO

Uma das etiologias mais comuns da mudança do limiar permanente induzido pelo ruído é a exposição ao ruído no local de trabalho. A perda auditiva induzida pelo ruído tem caráter progressivo, causando danos à audição ao longo do seu tempo de exposição ao barulho excessivo, portanto sua prevenção depende de um sistema educativo, tanto aplicado às empresas quanto aos seus funcionários.

De acordo com MIRANDA e DIAS (1998), a indústria brasileira tem apresentado falhas no que diz respeito à proteção auditiva, com ausência de programas de conservação auditiva ou de medidas preventivas ao ruído a que fica exposto o trabalhador. As empresas apenas procuram o cumprimento das leis vigentes, que não fazem exigências compatíveis com a solução deste problema, aceitando providências paliativas.

GASAWAY (1985) afirma que a audiometria ocupacional tem função preventiva, com o objetivo de monitorar a audição dos trabalhadores, identificando mudanças nos limiares auditivos para a devida tomada de soluções (afastamento ou troca de função, isolamento acústico de máquinas).

O programa de conservação auditiva é um conjunto de medidas encadeadas para impedir alterações de limiares auditivos naqueles que trabalham com ruído excessivo (IBAÑEZ, 1997).

A implementação de um programa de conservação auditiva deve considerar a situação auditiva do trabalhador, a equipe técnica disponível e o recurso econômico disponível. As ações coletivas ou individuais obtêm sucesso mediante planejamento personalizado, compatível com a realidade da empresa, envolvendo todos os setores da mesma (FIORINI e NASCIMENTO *apud* NUDELMANN et al, 2001).

GERGES (2000) refere que as medidas de conservação auditiva devem ser aplicadas no momento em que se tem conhecimento da ocorrência de ruído intenso em local de trabalho. Dentre os aspectos a serem executados num programa de conservação auditiva, incluem-se o mapeamento de ruído, a delimitação das zonas de risco de ruído e avisos de alerta, o controle de ruído, os refúgios de ruído, a rotatividade de função, as especificações de ruído, a proteção da audição, a educação e o monitoramento audiométrico dos trabalhadores expostos ao ruído. O controle de ruído através da remoção dos riscos caracteriza-se por ser a solução correta para a prevenção das alterações auditivas provocadas pelo ruído. Em algumas fontes de ruído

é viável a aplicação de enclausuramento ou outros tratamentos locais, levando-se em conta todas as suas implicações práticas (manutenção) para a empresa e para o trabalhador usuário da máquina.

2.8.1 DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE PRESSÃO SONORA

Para GERGES (2000), um sistema para medição de ruído compõe-se de um microfone de alta qualidade, que converte a grandeza física - pressão acústica - em sinal elétrico. O sinal elétrico de pequena amplitude deve passar por pré-amplificadores lineares e circuitos de compensação (A, B, C ou D) e / ou filtro de passa banda. Em seguida o sinal passa a outra amplificação variável e detector RMS com várias constantes de tempo de média. O sinal é indicado em dB, dB (A), dB pico ou dB impulso, quando instantâneo é disponível em saída analógica para gravação, monitoramento no osciloscópio, análise digital ou análise analógica.

A escala utilizada para medições dos níveis de pressão sonora e para a perda de audição é o decibel (dB), a unidade de mensuração é o Pascal (Pa) ou (N/m²), a qual pode ser representada através de uma escala logarítmica de base 10 (dez), devido a sua capacidade de dar melhor significado à sensação auditiva. Assim, a pressão sonora em Pascal é denominada de Nível de Pressão Sonora (NPS) na escala em

decibéis, através da seguinte expressão:
$$NPS = 20 \times \log_{10} \left(\frac{N/m^2}{2 \times 10^{-5} Pa} \right)$$
, que, de acor-

do com REYNOLDS (1981), é o parâmetro mais utilizado para fornecer indicação da audibilidade de um estímulo sonoro.

O nível de pressão sonora é medido por meio de um medidor de NPS, devidamente calibrado (nesta pesquisa em escala de ponderação "A" e resposta "slow"). Os valores medidos em dB(A) caracterizam os níveis de pressão sonora ponderados em conformidade com a curva "A" embutida ao instrumento.

Segundo HARRIS (1979), as características dos circuitos de ponderação A, B e C têm sido padronizadas internacionalmente pelo *American National Standards Institute* – ANSI S1.4 – 1971, através da norma (*American National Standard Specification for Sound Level Meters*) e pela *International Electrotechnical Commission* – IEC / 179 – 1973 (*Precisions Sound Level Meters*). Portanto, a curva "A", comumente utilizada para medições de ruído relacionado com a audição do indivíduo, é a curva que mais

aproxima-se das curvas de audibilidade subjetiva do som (loudness), pelo fato de possuir pouca sensibilidade às baixas frequências, bastante sensibilidade nas frequências entre 2000 e 5000 Hz, e menor sensibilidade nas altas frequências.

Nos casos em que o nível de ruído é variável, ou seja, o trabalhador executa várias funções em ambientes diferentes durante a jornada de trabalho, o dosímetro é o aparelho utilizado para a medição da dose de ruído (nível equivalente). Trata-se de um aparelho portátil, com microfone, que deve ser colocado o mais próximo possível da orelha (bolso da camisa, capacete) para que o mesmo faça o registro do nível equivalente e compare este com a norma em vigor, indicando se a dose de ruído passou de 100% (GERGES, 2000).

2.8.2 CONTROLE DO RUÍDO NA FONTE

A prevenção de alterações auditivas provocadas pelo som excessivo deve ser inicialmente aplicada à fonte geradora de ruído. A empresa necessita investir na atenuação e controle do nível de pressão sonora das máquinas e/ou motores, sendo esta conduta considerada uma intervenção primária (ALVES FILHO, 2002).

MELNICK (1999) acredita que o controle do ruído deveria ser feito na fonte, por meio de projetos acústicos bem estudados por engenheiros, porém nem sempre o é realizado. O principal objetivo do PCA é impedir o aparecimento da PAIR, mas, na maioria das empresas o controle do ruído na fonte torna-se inviável (administrativamente ou economicamente), o que leva a medidas de controle através do uso de protetores auditivos individuais.

GERGES (2000) afirma que quando não há possibilidades de realizar o controle do ruído na fonte, por razões técnicas ou econômicas, podem ser utilizados outros recursos para a diminuição do barulho: materiais de absorção sonora – mecanismo resistivo (usados para revestimentos: espuma, lã de vidro, algodão, lã de rocha); dispositivo reativo (placas vibrantes, silenciadores de escapamento de automóveis) e dispositivo ativo.

A atuação de profissionais como engenheiros, médicos, fonoaudiólogos, técnicos em segurança do trabalho e administradores no desenvolvimento do PCA de uma empresa é, de acordo com IBÁÑEZ (1999), um fator primordial.

2.8.3 PESQUISAS RELATIVAS À EXPOSIÇÃO AO RUÍDO NO AMBIENTE DE TRABALHO

Em pesquisa realizada por MARTINS et al (2001) com motoristas e cobradores de ônibus, observa-se que o índice de perda auditiva induzida por ruído foi de 34% para os motoristas e 3% para os cobradores. O estudo analisou o levantamento audiológico de motoristas e cobradores de uma empresa de ônibus de Bauru/SP (140 motoristas e 34 cobradores) com idades entre 18 e 60 anos, excluindo do estudo aqueles que apresentaram risco para deficiência auditiva e/ou audiogramas com configuração sugestiva de outra etiologia associada ao ruído. A medida da dose de ruído (com utilização de dosímetro) a que ficavam expostos esses trabalhadores também fez parte do estudo.

TALBOTT, HELMKAMP, MATHEWS et al (1985) pesquisaram amostras de dois grupos, uma composta de 197 trabalhadores expostos a 89 dB(A), e uma outra de 169 trabalhadores expostos a 81 dB(A). O estudo mostrou que existe relação entre pressão arterial sistólica e idade, para ambos os grupos. Mostrou ainda um aumento de pressão arterial entre trabalhadores com perda auditiva induzida por ruído severa, comparada com os de menor grau de perda auditiva induzida por ruído.

KWITZO, PEZZI e SILVEIRA (1996), estudaram sobre a relação entre exposição a ruídos ocupacionais, perda auditiva induzida por ruído e a elevação da pressão arterial numa amostra de 473 trabalhadores do sexo masculino e feminino, expostos a ruídos entre 86 dB(A) e 101 dB(A). No grupo de estudo, 84% não apresentou pressão arterial elevada, e 16% apresentou; enquanto que no grupo de controle 68% apresentou elevação da pressão arterial e 31,6%, não.

Em estudo realizado por VAN DIJK, SOUMAN e VRIES (1987 B), sobre efeitos não-auditivos do ruído em trabalhadores do sexo masculino expostos a estímulos sonoros entre 86 dB(A) e 95 dB(A) em sete indústrias, a relação entre exposição ao ruído e a pressão sonora não foi evidenciada, mas a metade dos trabalhadores apresentou alterações de atenção e concentração, um terço apresentou tensão e irritabilidade, referindo o ruído como elemento contribuinte. As queixas nervosas, náuseas, cefaléias, impotência sexual, mudanças no humor e outros sintomas são relatadas por profissionais que ficam expostos a ruídos de alta intensidade.

VAN DIJK, ETTEMA e ZIELHUIS (1987 C) afirmam que a interação entre exposição ao ruído e desempenho de tarefa mentalmente estressante apresenta risco mai-

or de interferência (atenção, concentração, comunicação e sinais de percepção) e sintomas de estresse. Relatam que a comunicação perturbada e ruídos mascarantes elevam o risco de acidentes.

2.9 RESUMO E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Através da revisão literária pode-se fazer um retrocesso e acessar conceitos e pesquisas sobre a relação do ruído com suas diversas implicações na vida do ser humano. A ergonomia serviu como conhecimento de como os avanços tecnológicos chegam até os postos de trabalho e do quanto o são necessários para uma melhor qualidade de vida do trabalhador, assim como a conscientização da legislação que trata do assunto. Os mecanismos físicos do som, sua atuação no corpo e audição humana, e a suscetibilidade à exposição ao ruído ilustram a influência do ruído no organismo do profissional que se expõe aos elevados níveis de pressão sonora, portanto justificando sua citação neste estudo. As alternativas de contenção ou minimização do ruído servem de soluções aplicáveis nos locais ruidosos de trabalho (uso de protetores ou controle na fonte).

3 REFERENCIAL METODOLÓGICO

Este capítulo apresenta a amostra da população estudada, o local de realização do estudo, a instrumentação e o procedimento utilizado para a avaliação audiológica, além de conter a especificação da dosimetria.

3.1 LOCAL DE ESTUDO E CLIENTELA

A demanda foi definida a partir do alto índice de queixas sobre a presença de ruído na cabine dos motoristas de caminhão de lixo de uma empresa.

O estudo foi composto por dois grupos:

- Grupo experimental (expostos a ruído): formado por 30 motoristas de caminhão de uma empresa de coleta de lixo de Florianópolis, que já apresentaram queixas referentes ao ruído.
- Grupo controle (não-expostos a ruído): formado por 30 bancários (atendentes de caixa) de uma empresa privada de Florianópolis.

A faixa etária dos indivíduos estudados variou entre 20 e 50 anos, sendo todos do sexo masculino, com tempo de trabalho na empresa entre 1e 25 anos.

Esses trabalhadores estiveram em estudo entre os anos de 2000 e 2002, período em que passaram pela clínica particular, realizando exames periódicos anualmente, quando foram submetidos a entrevista, exame de meatoscopia e avaliação audiológica.

Os trinta motoristas do grupo experimental, passaram por três exames audiológicos, realizados a cada ano de trabalho exposto ao ruído. A exposição diária do ruído foi de oito horas, sendo os níveis de intensidade contínuos muitas vezes superiores a 85 dB(A).

O grupo controle passou pelas mesmas condutas do grupo experimental (exames audiológicos durante os anos de 2000, 2001 e 2002).

Para a descrição estatística dos resultados obtidos na caracterização dos limiares, de acordo com as variáveis estudadas, empregou-se a média aritmética, como medida descritiva.

3.2 MATERIAL E MÉTODO

3.2.1 COLETA DE DADOS

Para melhor compreender os caminhos de desenvolvimento da pesquisa separou-se em duas etapas.

3.2.1.1 *Avaliações Audiológicas*

Para a coleta dos dados, desenvolveu-se um projeto de pesquisa fundamentado em uma entrevista contendo perguntas fechadas, de conteúdo explorativo sobre a saúde auditiva do funcionário, incluindo fatores audiológicos em geral (ANEXO A), um exame de meatoscopia, para investigação das orelhas que seriam testadas e uma avaliação audiológica, para a verificação dos limiares auditivos dos indivíduos. Este trabalho buscou o consentimento da Universidade Federal de Santa Catarina, através da Engenharia de Produção, e solicitou o consentimento de uma empresa de banco privado e de coleta de lixo da cidade de Florianópolis, onde se realizou uma reunião com o chefe de departamento dos funcionários das empresas escolhidas que, por sua vez, reuniram trinta dos seus funcionários que apresentavam um período de tempo de profissão entre 1 e 25 anos como bancários e motoristas de caminhão de coleta de lixo urbano e estiveram sendo avaliados, em exame periódico – avaliação audiológica – entre os anos de 2000 e 2002.

Para a realização do estudo audiológico os trinta motoristas e os trinta bancários compareceram em uma clínica particular, no período de março de 2000 a agosto de 2002, onde passaram pela coleta de dados pessoais e histórico auditivo – entrevista (ANEXO A), exame de verificação das orelhas a serem testadas – meatoscopia, e pesquisa dos limiares auditivos – avaliação audiológica (ANEXO B).

A entrevista ou anamnese clínica e ocupacional investigou o tipo de profissão, função exercida, exposição a produtos químicos ototóxicos, exposição a vibrações, uso de medicação ototóxica, histórico familiar de perda auditiva, exposição extralaborativa a níveis elevados de pressão sonora, dificuldade de reconhecer palavras, queixa de zumbido, irritação a sons intensos, otalgia, dificuldade para ouvir e para entender a fala.

A meatoscopia foi executada com otoscópio de marca WELCHALLYN, com o objetivo de pesquisar as orelhas a serem testadas quanto ao seu aspecto físico (presença de cerúmen e/ou corpos estranhos e problemas na membrana timpânica).

A avaliação audiológica foi realizada em cabine audiométrica da VIBRASOM, com audiômetro AUDITEC 2090, efetuada a fim de pesquisar os limiares auditivos nas frequências de 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000 Hz, via aérea, e, quando esta estivesse alterada a pesquisa incluiria também via óssea, nas frequências de 500, 1000, 2000, 3000 e 4000 Hz, com a utilização dos testes de reconhecimento de recepção de fala. A configuração sugestiva de perda auditiva foi classificada segundo a norma ISO – 1999 (1990), que determina limiares audiométricos normais até 25 dB NA para todas as frequências (SANTOS, 1994). Todos os motoristas de caminhão de coleta de lixo urbano e os bancários precisaram cumprir o repouso de 14 horas, exigido para a realização do exame audiológico.

Os médicos do trabalho de ambas as empresas fizeram o diagnóstico diferencial de PAIR, utilizando vários métodos de classificação de audiogramas (Fowler, Costa, Pereira e Merluzzi), de acordo com o programa utilizado pelas empresas para registrar e arquivar as audiometrias dos funcionários. O critério de classificação adotado na pesquisa dos audiogramas foi o de Merluzzi, que refere graus de perda auditiva, conforme frequências e limiares de configuração (relatados no capítulo 2).

3.2.1.2 Dosimetria

Para realizar a dosimetria, procedimento efetuado nas cabines de caminhão de coleta de lixo, optou-se por acompanhar dois motoristas que realizavam percursos diferentes da coleta de lixo. Para que isso fosse possível fez-se contato com a administração da Empresa. Explicou-se o objetivo do estudo que fazia parte da Pesquisa de Mestrado em Engenharia de Produção / UFSC. Após a aprovação da empresa, iniciou-se o acompanhamento dos dois motoristas de caminhão de lixo.

O passo seguinte foi o contato com os motoristas, uma vez que era necessário o seu consentimento. Só a partir de então é que o estudo pôde ser iniciado.

Na medição do ruído, a fim de que o registro fosse fidedigno, utilizamos o dosímetro, com o consentimento da empresa e de ambos os motoristas. Com este equipamento, teríamos a maior quantidade de registros possíveis evitando assim, que momentos importantes da exposição ao ruído fossem perdidos.

O aparelho utilizado para medição do nível de pressão sonora (NPS) foi o medidor DOS-450, com circuito de compensação A e resposta lenta (“SLOW”), conjunto mais apropriado por apresentar melhores correlações com testes subjetivos (ASTE-TE, 1985).

Segundo o item 1, da NR-15, Anexo 1, entende-se por ruído contínuo ou intermitente, para fins de aplicação de limites de tolerância, o ruído que não seja ruído de impacto, e o item 2, da NR-15, Anexo 1, os níveis de ruído contínuo ou intermitente devem ser medidos em decibéis (dB) com instrumento de nível de pressão sonora operando no circuito de compensação “A” e circuito de resposta “SLOW” – lenta. As leituras devem ser feitas próximas à orelha do trabalhador.

Apesar de consentir a medição da dose de ruído nos caminhões, o técnico de segurança do trabalho da empresa de coleta de lixo, que deveria estar presente nas medições, foi quem estipulou os dois veículos que poderiam ser avaliados (dois caminhões relativamente novos) sendo utilizados para a coleta do lixo dez tipos de caminhões.

Os caminhões são utilizados pelos motoristas sob forma de escalas de trabalho, sendo que nem sempre o mesmo veículo emprega-se para o mesmo condutor. Isso implica em afirmar que os modelos de caminhões antigos podem ser conduzidos ora por um motorista “A”, ora por um motorista “B”, aleatoriamente. Portanto, a dose de ruído que determinado condutor recebe não é, necessariamente, igual diariamente, já que a Empresa possui dez caminhões de coleta, seis de modelo novo (acusticamente mais modernos e adaptados conforme especificações de ruído) e quatro de modelo antigo (com nível de pressão sonora que excede os níveis aceitos para 8 horas de trabalho – entre 85 a 95 dB(A), conforme informações do técnico de segurança do trabalho da empresa). A empresa de coleta de lixo urbano pretende abandonar o uso dos coletores mais antigos, assim que conseguir repor a frota completa com veículos novos e modernos.

O método de avaliação constituiu no seguimento das disposições legais previstas no Anexo 1, da NR-15, Atividades e Operações Insalubres, de acordo com a Portaria 3.214, de 08/06/1978, em que a dosimetria do ruído foi aferida pela medida da exposição acumulada pelo período de atuação deste agente para o trabalhador, constituindo-se numa dose.

O grupo de bancários não teve a medição da dose de ruído em seu local de trabalho devido ao fato de que, de acordo com relatos bibliográficos, os níveis de pressão sonora deste ambiente não excedem 85 dB (A).

3.3 ASPECTOS ÉTICOS DO ESTUDO

Segundo o Conselho Nacional de Saúde, Resolução N^o 196², de outubro de 1996, as pesquisas envolvendo seres humanos devem atender às exigências éticas e científicas fundamentais. Isso implica em contar com o consentimento livre e esclarecido do sujeito da pesquisa ou seu representante legal (ANEXO C). Exige-se que o esclarecimento dos sujeitos se faça em linguagem acessível e que se inclua necessariamente os seguintes aspectos:

- a) a justificativa, os objetivos e os procedimentos que serão utilizados na pesquisa;
- b) os desconfortos e riscos possíveis e os benefícios esperados;
- c) os métodos alternativos existentes;
- d) a forma de acompanhamento e assistência assim como seus responsáveis;
- e) Prever procedimentos que assegurem a confidencialidade e a privacidade, a proteção da imagem a não estigmatização, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou comunidade, inclusive em termos de auto-estima, de prestígio e/ou econômico-financeiro;
- f) Assegurar aos sujeitos da pesquisa os benefícios resultantes do projeto, seja em termos de retorno social, acesso aos procedimentos, produtos ou agentes da pesquisa;
- g) Dar liberdade ao sujeito de se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado;

² BRASIL – MINISTÉRIO DA SAÚDE. CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. RESOLUÇÃO N.º 196/96 – SOBRE PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS. BRASÍLIA: 1996.

- h) O termo de consentimento livre e esclarecido obedecerá aos seguintes requisitos:
- ◆ ser elaborado pelo pesquisador responsável expressando o cumprimento de cada uma das exigências do Conselho Nacional de Saúde, Resolução N° 196 de 10 de outubro de 1996;
 - ◆ ser aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa que referenda a investigação;
 - ◆ ser assinado ou identificado por impressão dactiloscópica, por todos e cada um dos sujeitos da pesquisa ou por seus representantes legais;
 - ◆ Deve ser elaborado em duas vias, sendo uma retida pelo sujeito da pesquisa e ou por seu representante legal e uma arquivada pelo pesquisador;
- i) Considera-se que toda pesquisa envolvendo seres humanos envolve riscos. O dano eventual poderá ser imediato ou tardio, comprometendo o indivíduo ou a coletividade.
- j) Não obstante os riscos potenciais, as pesquisas envolvendo seres humanos serão admissíveis quando:
- ◆ oferecem elevada possibilidade de gerar conhecimento para atender prevenir ou aliviar um problema que agente o bem-estar dos sujeitos e de outros indivíduos; e
 - ◆ o risco se justifique pela importância do benefício esperado: o benefício seja maior, ou no mínimo igual a outras alternativas já estabelecidas para a prevenção diagnóstico e o tratamento.

Por questões éticas, os motoristas de caminhão de coleta de lixo urbano desse estudo, tiveram seus nomes representados na pesquisa por letras do alfabeto, conforme a denominação do pesquisador.

3.4 RESUMO E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Este capítulo fez conhecer a amostra da população estudada, o local de realização do estudo, a aparelhagem e o procedimento utilizado para a avaliação audiológica, além da dosimetria e de algumas considerações sobre a execução das mesmas.

4 RESULTADOS DO ESTUDO

Neste capítulo serão descritos os resultados do estudo realizado com a população alvo. Para melhor organização, serão divididos em dados da entrevista, resultados das avaliações audiológicas e resultados da dosimetria.

4.1 DADOS DA ENTREVISTA

Os fatores relacionados às perdas auditivas extra-ocupacionais muitas vezes têm dificultado o trabalho dos pesquisadores da PAIR, já que precisam ser bem estabelecidos antes que se comece o estudo da população atingida pelo ruído ocupacional. Fatores como a idade, o sexo, a raça, lesões na cabeça, otites, drogas ototóxicas, esportes e problemas genéticos, precisam ser definidos pelo pesquisador no momento da entrevista inicial.

O uso de drogas como fumo e álcool foi o dado de maior relevância na análise da entrevista, 14 motoristas de caminhão de coleta de lixo e 20 bancários fazem uso de álcool e fumo; 7 motoristas e 8 bancários fazem controle de hipertensão (medicamentoso e alimentar); 6 motoristas e 5 bancários acusaram irritabilidade e intolerância a sons intensos - ruído (principalmente após a jornada diária de trabalho); 5 motoristas e 3 bancários referem presença constante de zumbido (em ambas as orelhas); 5 motoristas e 3 bancários relatam diminuição da acuidade auditiva (perda auditiva); 4 de cada grupo estudado fazem controle de diabetes (medicamentoso e alimentar).

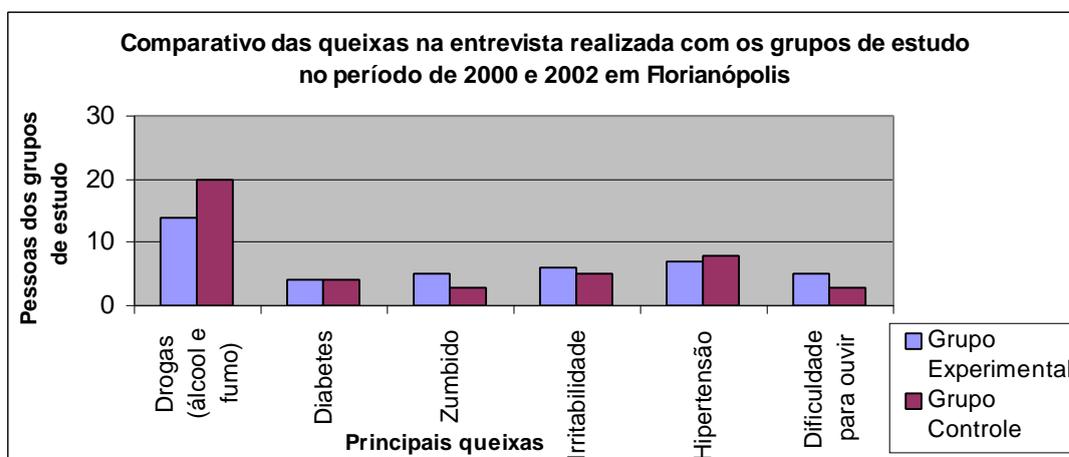


Gráfico 1 - Cruzamento dos dados da entrevista do grupo experimental e do grupo controle (2000 a 2002).

Outro fator de significância em estudos sobre exposição ocupacional ao ruído refere-se ao tempo de função dos trabalhadores. Alguns estudos relatam que os primeiros cinco anos já revelam a ocorrência da perda auditiva induzida por ruído, portanto existe a necessidade do controle audiométrico desde o exame admissional, e o mesmo deve ser repetido ao longo do tempo de serviço dos funcionários expostos ao ruído constante.

Um número elevado de motoristas e de bancários possui tempo de função entre seis e dez anos (36%); um percentual de 27% enquadra-se no tempo de onze a vinte anos; um percentual de 27% possui entre 1 e 5 anos de função; e 10% têm mais de 20 anos.

O gráfico 2 demonstra o tempo de função dos motoristas de caminhão de coleta de lixo (grupo experimental) e o tempo de função dos bancários (grupo controle):

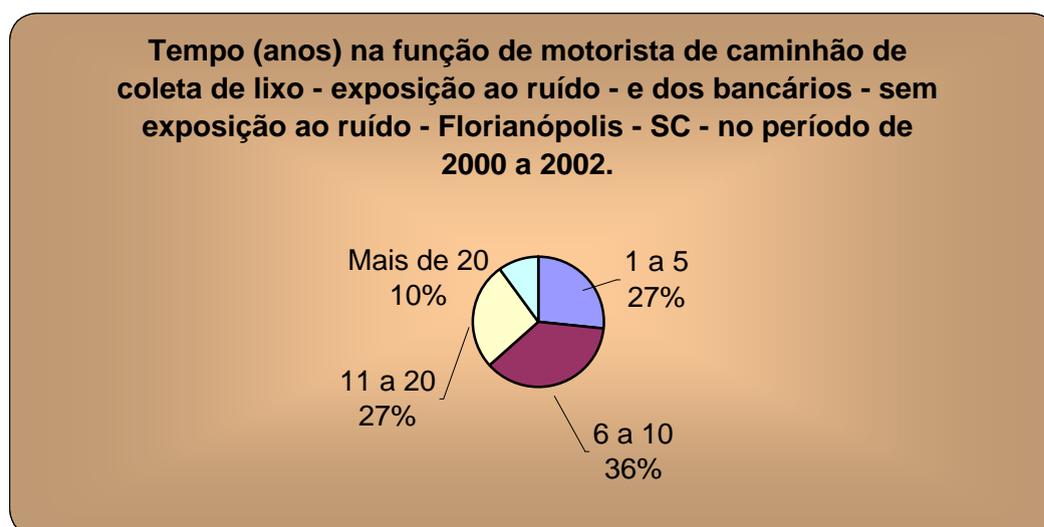


Gráfico 2 - Gráfico de tempo na função de motorista de caminhão de coleta de lixo e de bancários em Florianópolis estudados entre os anos de 2000 e 2002.

A idade é outro aspecto que deve ser analisado no estudo da PAIR, pois existem relações entre a perda auditiva e o avanço da idade. O diagnóstico diferencial entre a presbiacusia (perda auditiva característica da idade avançada) e a perda auditiva induzida por ruído deve ser devidamente realizado pelo médico (trabalhista ou otorrinolaringologista).

Um número de motoristas do grupo estudado encontra-se entre as idades de 41 e 50 anos (37%), e outro grupo entre as idades de 31 e 40 anos (50%), somando um total de 87%, o que contribui para o diagnóstico diferencial de perda auditiva induzida por ruído e caracteriza a correlação de perda auditiva induzida por ruído com o fator idade (grupo 6).

O gráfico 3 corresponde à faixa etária do grupo de motoristas de caminhão de coleta de lixo urbano que foi estudado:

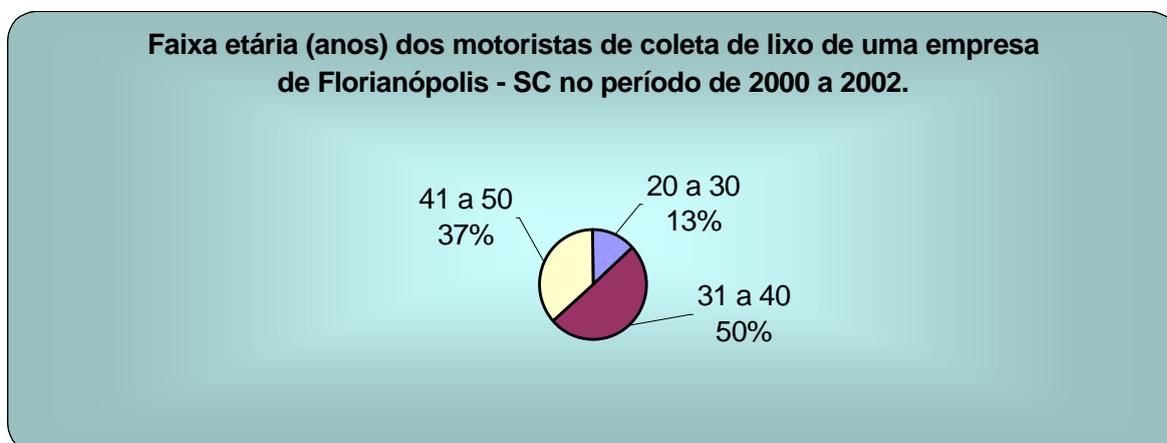


Gráfico 3 - Gráfico correspondente à faixa etária do grupo experimental estudado entre os anos de 2000 a 2002 em Florianópolis.

O grupo controle apresenta a seguinte faixa etária:

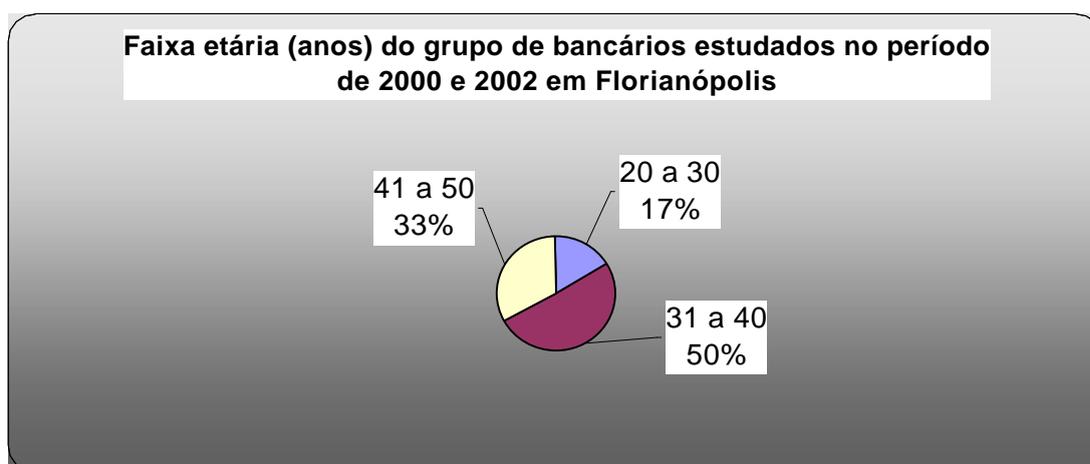


Gráfico 4 - Gráfico correspondente à faixa etária do grupo controle – bancários – estudados entre os anos de 2000 a 2002 em Florianópolis.

4.2 RESULTADOS AUDIOLÓGICOS

O grupo experimental consta de trinta motoristas de caminhão de coleta de lixo urbano e o grupo controle compõe-se de trinta bancários, ambos os grupos foram avaliados audiometricamente a cada ano de trabalho, durante os anos de 2000, 2001 e 2002. Os resultados da avaliação audiológica encontram-se relacionados, conforme a classificação de MERLUZZI (1979) referida pelos médicos do trabalho das suas respectivas empresas.

4.2.1 AVALIAÇÕES AUDIOLÓGICAS

De acordo com o acompanhamento dos motoristas entre os anos de 2000 e 2002, pode-se perceber a ocorrência de perdas auditivas induzidas por ruído (33,33%) indicando que os motoristas de caminhão de coleta de lixo urbano apresentam alterações nos limiares auditivos, totalizando 36,67%, no ano de 2002.

Ao exame periódico audiométrico realizado no ano 2000 e 2001, onze, dos trinta motoristas examinados, obtiveram resultados dentro dos padrões normais (grupo 0), nove obtiveram resultados de perdas auditivas por outras causas (grupos 6 e 7) e dez apresentaram resultados referentes a perdas auditivas induzidas por ruído (variando seu grau de comprometimento / grupos de 1 a 5). No ano de 2002 dez, dos trinta motoristas apresentaram audição normal (grupo 0), nove mostraram audiometrias com resultados alterados por outras causas (grupos 6 e 7) e onze, obtiveram resultados sugestivos de perda auditiva induzida por ruído.

No quadro 5 podemos verificar os dados das avaliações audiológicas realizadas nos anos de 2000, 2001 e 2002 respectivamente no grupo experimental.

Quadro 5 - Avaliações audiológicas dos motoristas de caminhão de coleta de lixo

| Anos | 2000 | | | 2001 | | | 2002 | | |
|----------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|
| | Normal | PAIR | Outros | Normal | PAIR | Outros | Normal | PAIR | Outros |
| Subtotal | 11 | 10 | 9 | 11 | 10 | 9 | 10 | 11 | 9 |
| % | 36,67 | 33,33 | 30,00 | 36,67 | 33,33 | 30,00 | 33,33 | 36,67 | 30,00 |
| Total | 30 | | | 30 | | | 30 | | |

O grupo controle – bancários de uma empresa de Florianópolis – grupo não exposto a ruído, apresentou, no ano de 2000, limiares dentro dos padrões normais em sua maioria (86,67%) e alguns funcionários com perdas auditivas por outras causas – 13,33% - (patologias de orelha média e externa). Nos anos de 2001 e 2002, o índice foi de 93,33 com resultados normais (grupo 0) e 6,67%, com alterações auditivas por outras causas (grupo 7).

No quadro 6 podemos visualizar os resultados obtidos no grupo controle durante os anos de 2000, 2001 e 2002.

Quadro 6 - Avaliações audiológicas dos bancários

| Anos | 2000 | | | 2001 | | | 2002 | | |
|----------|--------|------|--------|--------|------|--------|--------|------|--------|
| | Normal | PAIR | Outros | Normal | PAIR | Outros | Normal | PAIR | Outros |
| Subtotal | 26 | 0 | 4 | 28 | 0 | 2 | 28 | 0 | 2 |
| % | 86,67 | 0,00 | 13,33 | 93,33 | 0,00 | 6,67 | 93,33 | 0,00 | 6,67 |
| Total | 30 | | | 30 | | | 30 | | |

Ao relacionar os dados audiométricos do grupo experimental com o grupo controle teremos o seguinte:

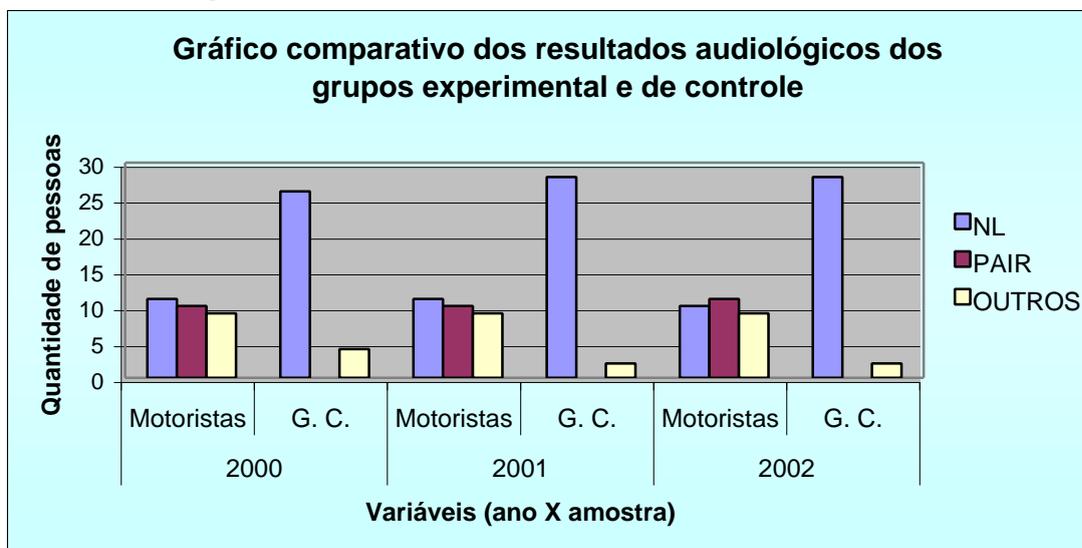


Gráfico 5 - Gráfico correspondente à comparação dos dados audiológicos dos grupo experimental e de controle estudados entre 2000 e 2002 em Florianópolis.

Analisando os dados das entrevistas dos motoristas que apresentaram diagnóstico sugestivo de perda auditiva induzida por ruído, entre os anos de 2000 e 2002, tem-se os seguintes resultados: dos onze motoristas com limiares alterados por ruído, oito fazem uso de álcool e de fumo, quatro utilizam medicação para controle de hipertensão, quatro para controle de diabetes, três possuem queixas de irritabilidade ao ruído e quatro referem zumbido constante.

A análise do tempo de exposição ao ruído é significativa no que se refere à quantidade de população estudada que apresenta ocorrência de PAIR, ou seja, dos grupos estudados, dez motoristas apresentaram diagnóstico sugestivo de perda auditiva induzida por ruído nos anos de 2000 e 2001, desses, quatro possuíam tempo de função entre seis e dez anos, seis, entre onze e vinte anos; no ano de 2002, onze motoristas apresentaram PAIR, quatro com tempo de exposição a ruído entre seis e dez anos e sete, entre onze e vinte anos.

O comparativo faz-se necessário na relação de motoristas com PAIR e seu tempo de exposição ao ruído, como mostra o gráfico 6:

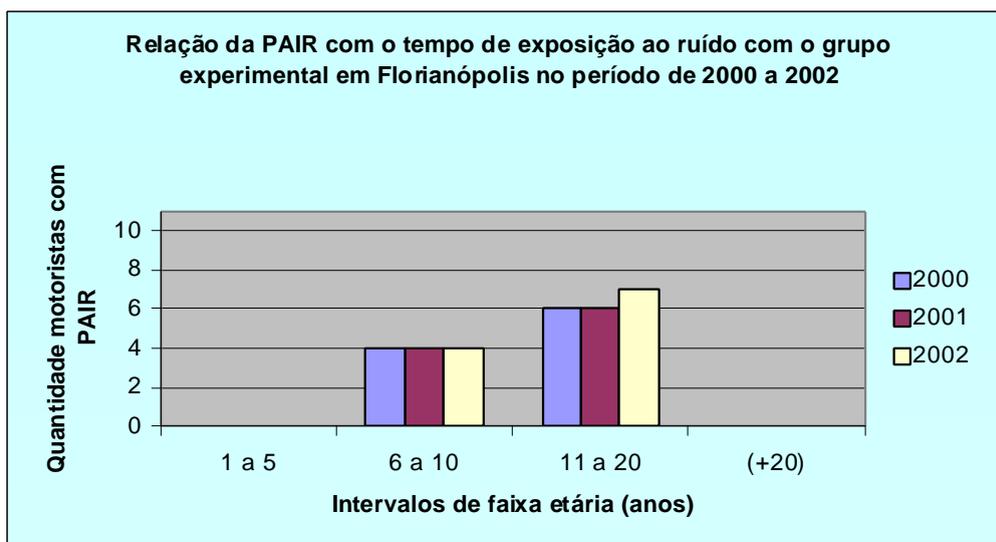


Gráfico 6 - Comparativo de tempo de função do grupo experimental que apresenta PAIR entre 2000 e 2002 em Florianópolis.

Dentre os dez motoristas da coleta de lixo que apresentaram PAIR nos anos de 2000 e 2001, um possui idade entre 20 e 30 anos, oito possuem idades entre 31 e 40 anos e um está na faixa etária correspondente a 41 e 50 anos. No ano de 2002, onze motoristas obtiveram resultados de PAIR, desses, um estava na faixa etária entre 20 e 30 anos, nove tinham idades entre 31 e 40 anos e um apresenta idade entre 41 e 50 anos.

Vale salientar que, dentre os motoristas de coleta de lixo urbano (grupo experimental) com histórico sugestivo de PAIR, as faixas etárias correspondem a:

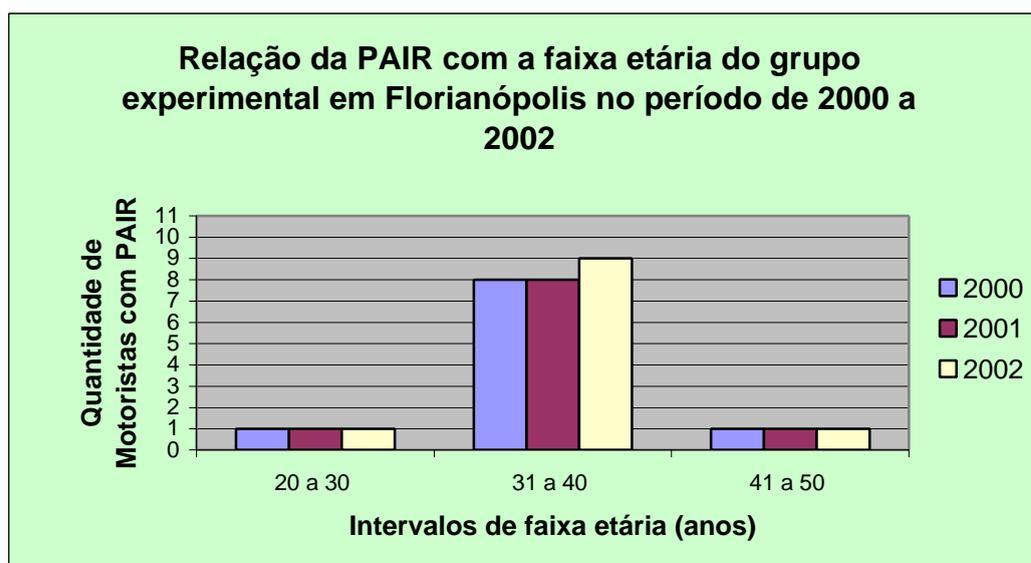


Gráfico 7 - Gráfico equivalente ao comparativo de motoristas com PAIR e sua faixa etária entre 2000 e 2002 em estudo em Florianópolis.

4.3 RESULTADOS DA DOSIMETRIA

A exposição ao ruído se faz presente durante todo o roteiro, variando conforme o tempo que se leva para cumprir todo o trabalho de coleta.

O dosímetro foi colocado no motorista R., motorista do caminhão 1, marca Ford, tipo baú compactador de número 218, às 18 horas e 05 minutos, no pátio da Companhia, quando o mesmo seguiu para o roteiro C2N. O início da coleta foi às 18 horas e 15 minutos. Às 19 horas e 10 minutos o caminhão parou por problemas na correia do alternador, permanecendo parado até 20 horas e 15 minutos, quando foi resolvido o problema, e retornou ao roteiro. No intervalo em que o caminhão ficou parado o dosímetro permaneceu em pausa. Às 21 horas e 40 minutos terminou a primeira carrada (quantidade de lixo armazenada no baú do caminhão) e partiu com destino ao CETReS para vazar o lixo recolhido. Às 22 horas iniciou-se a segunda carrada, terminada às zero horas e 15 minutos, quando partiu-se para o CETReS para novo vazamento do lixo, horário em que foi concluído o recolhimento do lixo deste roteiro. À 01 hora e 22 minutos a equipe parou para horário de jantar. Após o término do horário do jantar, o motorista conduziu o caminhão para o pátio da Companhia, à 01 hora e 32 minutos o caminhão foi encaminhado à base, quando retirou-se o dosímetro da lapela da camisa do motorista. O dosímetro permaneceu no modo “pausa” durante o tempo em que o caminhão ficou parado para conserto e no horário da janta. As medidas foram realizadas na cabine do caminhão com a permanência das janelas abertas durante todo o roteiro. No período do levantamento as condições do tempo apresentavam-se boas, sem chuva ou vento.

Na ocasião da medição deste veículo o trânsito encontrava-se intenso nas vias principais e pouco movimentado nos acessos e ruas dos morros, com muitos carros pequenos estacionados, dificultando a movimentação do caminhão, requerendo do motorista muitas manobras.

Foram contabilizadas 80 (oitenta) prensagens do lixo para o coletor, sendo que a média de duração de cada ciclo completo é de trinta segundos.

O tempo total de medição foi de cinco horas e trinta e seis minutos, com valor de dose medido em 67,10%, o que nos apontou como valor médio 82,1dB(A) referente ao período que o instrumento ficou ligado, fazendo a medição de ruído contínuo, no ambiente em que o motorista ficou exposto.

Se considerarmos que o trabalho deste profissional é de oito horas e que a exposição se faz por muitas vezes durante esse tempo, tornando-se assim o período mais crítico de exposição para o empregado, o nível equivalente Leq corresponde a dose % medida de período de exposição de 8h é dada por:

$$Leq = LC + 16,61 \times \log\left(\frac{dose}{100}\right), \text{ onde:}$$

LC = 85 (nível de critério)

dose (%) = valor de dose do tempo avaliado = 67,10 %

$$Leq = 85 + 16,61 \times \log\left(\frac{67,10}{100}\right)$$

$$Leq = 82,12dB(A)$$

O dosímetro foi colocado, para segunda medida de ruído, no motorista F. do caminhão 2, de número 230, placa LZS – 7603, marca Ford, modelo Cargo 1.415, e equipamento coletor marca Usimeca, possuindo capacidade máxima efetiva de carga no coletor de quatro toneladas.

No período do levantamento o tempo apresentou-se estável, permanecendo nublado durante todo o roteiro, excetuando o período compreendido entre 15 horas e 13 minutos e 15 horas e 31 minutos, em que ocorreu chuva moderada.

Dependendo da potência a ser desenvolvida pelo motor do caminhão para vencer as barreiras impostas pelo relevo acidentado das vias de traficabilidade, principalmente para o roteiro das 14 horas, desempenhado em morros, onde exige maior uso da potência do motor do veículo constantemente, com aceleração em alta rotação; acionamento da prensa com o auxílio do acelerador, que pode atingir aceleração máxima de 1500 rpm; ao ruído das batidas nos estágios de prensamento do lixo é agregado o ruído de fundo dos veículos do trânsito da capital, constituem-se no levantamento em termos qualitativos da presença deste agente ocupacional na exposição do trabalhador.

As medições foram efetuadas de forma aleatória durante o roteiro, sendo que a variação no tempo de prensagem depende da quantidade de lixo no compartimento de carga e a resistência deste para ser compactado e conduzido para a parte interna da caixa do coletor.

A aferição do ruído iniciou-se às 14 horas e 11 minutos, com a utilização do dosímetro, estendendo-se até às 21 horas e 38 minutos, quando finalizou-se a medição, sendo que das 20 horas e 29 minutos as 21 horas e 17 minutos houve interrupção da dosimetria para a refeição do motorista, perfazendo um total de 6 horas e 39 minutos de exposição contínua ao ruído do caminhão.

O tempo de medição foi de 6 horas e 39 minutos, com valor de dose medido em 90,73%, o que apontou como valor médio em TWA de 84,3 dB(A) referente ao período que o instrumento ficou ligado, fazendo a medição de ruído contínuo, no ambiente em que o motorista ficou exposto.

Considerando que o trabalho deste profissional é de 8 horas e que a exposição se faz por muitas vezes durante este tempo, tornando-se assim o período mais crítico de exposição para o empregado, o nível equivalente Leq corresponde à dose % medida de período de exposição de 8 horas é dada por:

$$Leq = LC + 16,61 \times \log\left(\frac{dose}{100}\right)$$

LC = 85 (nível de critério)

dose (%) = valor de dose do tempo avaliado = 90,73%

$$Leq = 85 + 16,61 \times \log\left(\frac{90,73}{100}\right)$$

$$Leq = 84,30dB(A)$$

De acordo com o Anexo 1, da NR-15, os valores em dB(A) do limite equivalente médio Leq não atingem o índice de ruído contínuo para reconhecimento de ambiente insalubre, pois em seu escopo, a NR-15 diz que é permitida uma exposição diária de oito horas em oitenta e cinco dB(A) de pressão sonora.

4.4 RESUMO E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Este capítulo apresentou os resultados da pesquisa audiológica realizada com os bancários (grupo controle) e com os motoristas de caminhão de coleta de lixo e a especificação dos caminhões em que foram realizadas as medidas de ruído, bem como seus cálculos de obtenção, contém ainda dados relevantes da entrevista com ambos os grupos (experimental e controle), analisados devido à sua importância para o estudo (queixas principais, faixa etária e tempo de serviço).

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esse capítulo tem o intuito de discutir os dados coletados no estudo, tanto no que se refere aos dados relevantes destacados na entrevista realizada com os bancários e com os motoristas de caminhão de coleta de lixo e às avaliações audiológicas e suas relações, quanto às doses de ruído, relacionando-os com a bibliografia já pesquisada.

5.1 DISCUSSÃO DOS DADOS DA ENTREVISTA

Os dados de maior relevância da entrevista foram a ocorrência do uso de drogas (fumo e álcool), de hipertensão, da diabetes, da irritabilidade, da sensação de zumbido, de queixas de dificuldade para ouvir, entre outras.

O uso de drogas como o álcool e o fumo destaca-se em ocorrência nos dois grupos, sendo ainda mais significativo no grupo controle (bancários). Analisando os dados das entrevistas dos motoristas que apresentaram diagnóstico de perda auditiva induzida por ruído, entre os anos de 2000 e 2002 percebe-se que, entre os motoristas que apresentam diagnóstico sugestivo de PAIR, a ocorrência do uso de drogas é ainda maior do que no grupo de motoristas com audição normal ou sem PAIR, evidenciando o fator de maior suscetibilidade para as perdas auditivas induzidas por ruído em indivíduos que fazem uso de drogas e expõem-se ao ruído constantemente.

Conforme KWITKO, PEZZI e SILVEIRA (1996) e SINGH, RAI, BHATIA et al (1982), a relação entre exposição a ruídos ocupacionais, perda auditiva induzida por ruído e a elevação da pressão arterial mostra resultados significativos com índices elevados de elevação da pressão arterial presentes em trabalhadores expostos a ruídos.

As queixas de presença de zumbido, intolerância a sons intensos e sensação de dificuldades para ouvir condizem com a literatura revisada, destacando-se com números expressivos. Nota-se que, mesmo o grupo controle (não exposto a ruídos no local de trabalho) e aqueles motoristas que não possuem histórico de perda auditiva ocupacional queixam-se de intolerância a ruídos, principalmente após a jornada de trabalho. Esse fato demonstra a importância do grupo controle e ainda que a evolu-

ção tecnológica, com suas máquinas modernas, necessita de ajustes ergonômicos que objetivem o conforto acústico de seus usuários.

De acordo com GODOY (1991), e VAN DIJK, SOUMAN e VRIES (1987), a PAIR provoca diminuição da audição, o que vem acompanhado de sintomas do tipo: zumbidos e irritação para sons intensos. Além das características físicas do ruído, existem aspectos importantes na determinação da perda auditiva induzida por ruído: suscetibilidade individual, tempo de exposição diária, constância de exposição e características físicas individuais. Dentre esses aspectos podem-se referir que a dose de ruído de exposição dos motoristas que apresentaram PAIR esteja relacionada também com as queixas de zumbido, irritabilidade, e sensação de perda auditiva, já que os entrevistados referem maior ocorrência dos sintomas após a jornada de trabalho.

O tempo dos motoristas em sua função, caracteriza a suscetibilidade para PAIR, que pode estar presente logo nos primeiros anos de exposição ao ruído.

De acordo com a revisão bibliográfica, o controle audiométrico é de suma importância nos primeiros anos de exposição ao ruído, já que a perda auditiva acentua-se mais neste período. Segundo STENKELENBURG (1982), a audiometria deve ser realizada no ato de admissão do trabalhador, após seis meses de exposição, e uma vez ao ano sucessivamente. Esses exames devem ser arquivados para posteriores comparações e estudos longitudinais.

Analisando os dados relativos à faixa etária dos grupos de estudo pode-se caracterizar uma maior ocorrência de motoristas na faixa etária entre 31 e 40 anos, faixa etária relativamente jovem, mas que, segundo vários autores, já sofre enfraquecimento das vias auditivas, principalmente quando expostos à ruídos excessivos.

CUBAS DE ALMEIDA (1992), em estudo sobre “surdez ocupacional” com trabalhadores expostos a níveis de pressão sonora acima de 85 dB, em exposição diária de 8 horas, concluiu que o risco de desenvolvimento de lesão auditiva é alto nestes casos. Houve dependência estatística entre idade e tempo de exposição ao ruído. Concluiu que nos primeiros dez anos de exposição, grupos de faixa etária até 49 anos não apresentaram comprometimento expressivo da frequência de 2000 Hz, apresentando, no entanto, alteração de limiares auditivos em 4000 Hz.

A influência da idade nas alterações auditiva tem recebido muita atenção. Para STENKELENBURG (1982), exposições sonoras com limiares de 85 dB(A) ou 90

dB(A) causam enfraquecimento auditivo numa idade avançada, por isso o autor recomenda medidas de proteção e controle especiais nesses casos (maior suscetibilidade).

KRYTER (1983) refere que existe uma diminuição progressiva na sensibilidade auditiva com o aumento da idade, principalmente a partir dos 20 anos. ANDERSSON, MELIN, SCOTT et al (1995) e YANZ e ABBAS (1982) afirmam que a perda auditiva prossegue, em aproximadamente um terço dos indivíduos, com o aumento da idade.

Alguns autores têm associado a perda auditiva induzida por ruído ao avanço da idade para vários grupos de indivíduos (MILLER, 1972; ROYSTER e ROYSTER, 1989; SZANTO e IONESCU, 1989 e SMITH, 1989).

5.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS AUDIOLÓGICOS

O critério de classificação utilizado nesta pesquisa, de acordo com diagnóstico do médico do trabalho das empresas, já descrito no capítulo dois (revisão literária), foi o de MERLUZZI (1979).

Conforme o quadro 5 (capítulo 4) referente ao acompanhamento dos motoristas entre os anos de 2000 e 2001, pode-se perceber uma ocorrência significativa de perdas auditivas induzidas por ruído (33,33%) indicando que os motoristas de caminhão de coleta de lixo urbano apresentam alterações nos limiares auditivos que caracterizaram o ruído como fator agravante ou causador. Conforme os dados da pesquisa audiológica do ano de 2002, esse número, correspondente à PAIR aumentou, totalizando 36,67%, apresentando uma ocorrência sugestiva de perda auditiva induzida por ruído neste último levantamento de limiares auditivos.

De acordo com o quadro 6, o grupo controle – bancários de uma empresa de Florianópolis – não exposto a ruído, apresentou limiares dentro dos padrões normais em sua maioria (93%) e alguns funcionários com perdas auditivas por outras causas – 6% - (patologias de orelha média e externa). Quanto à ocorrência de PAIR, o resultado foi zero, o que indica a importância desse grupo na correlação que se tem entre os funcionários expostos ao ruído e o índice de perdas auditivas induzidas pelo ruído.

O Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva (1994), órgão multidisciplinar integrado pela SBORL, ANAMT, SBFono e SOBRAC, definiu e caracterizou a

PAIR relacionada ao trabalho com objetivo de apresentar o posicionamento oficial da comunidade científica brasileira sobre o tema. Definiu a PAIR diferentemente do trauma acústico, como sendo uma perda auditiva gradual, ocasionada pela exposição continuada ao estímulo sonoro intenso. Com características neurosensoriais, quase sempre bilaterais, com danos causados ao Órgão de Corti, raramente perda auditiva do tipo profunda (geralmente não ultrapassa os 40 dBNA nas baixas frequências e os 75 dBNA nas frequências altas). Acomete, primeiramente, as frequências de 6000, 4000 ou 3000 Hz e, com a progressão da lesão, afeta as frequências de 8000, 2000, 1000, 500 e 250 Hz. o trabalhador que apresenta PAIR pode queixar-se de intolerância a ruídos intensos, zumbidos e não compreensão da fala (inteligibilidade) pois trata-se de uma lesão coclear. Geralmente, chega ao nível máximo de alteração, para as frequências de 3000, 4000 e 6000 Hz, nos primeiros 10 a 15 anos de trabalho com ruído intenso (BELTRAMI, 1999).

MILLER (1972), CUBAS DE ALMEIDA (1992), HENDERSON et al (1993) e OLIVEIRA (1997) também relatam que a frequência de 4000 Hz apresenta limiares mais rebaixados em indivíduos expostos a ruído ocupacional, o que se confirma nos dados coletados neste estudo.

A PAIR, que já foi descrita anteriormente, mostra-se mais evidente, num primeiro momento, nas frequências altas (4000, 6000 Hz), afetando as demais frequências no decorrer dos anos de exposição ao ruído intenso (3000, 2000, 1000 Hz). O dano na estrutura da cóclea depende de fatores como: intensidade, frequência e duração do estímulo sonoro (BAHADORI e BOHNE, 1983; BUNCH, 1937; WARD, 1969). A pesquisa confirma essa idéia quando comprova o início da perda auditiva de um dos motoristas que passou do grupo zero da classificação de MERLUZZI (1979) para o grupo um (limiares alterados nas frequências de 4000 e 6000 Hz).

De acordo com o quadro 6, o grupo controle – bancários de uma empresa de Florianópolis – não exposto a ruído, apresentou limiares dentro dos padrões normais em sua maioria (93%) e alguns funcionários com perdas auditivas por outras causas – 6% – (patologias de orelha média e externa). A ocorrência de perda auditiva induzida por ruído foi zero, o que indica a importância desse grupo na relação que se tem entre os funcionários expostos ao ruído e o índice de perdas auditivas induzidas pelo ruído.

Analisando os grupos de controle e experimental percebe-se uma ocorrência significativa de perdas auditivas induzidas por ruído no grupo que trabalha exposto ao mesmo, enquanto o grupo controle, não exposto ao ruído, apresenta resultados normais em sua maioria, apesar de tratar-se de amostras com características de faixa etária, sexo e tempo de serviço equivalentes, o que difere nos grupos é a exposição ao ruído durante a jornada de trabalho, sendo o mesmo um fator determinante das alterações causadas por elevados níveis de pressão sonora.

5.3 DISCUSSÃO DA DOSIMETRIA

A função do motorista de coleta de lixo urbano, de acordo com a empresa é: “dirigir caminhões de coleta da Companhia, conduzindo-os em trajetos determinados segundo as instruções recebidas, observando as normas estabelecidas pelo Código Nacional de Trânsito. O motorista, antes de iniciar o roteiro, deve averiguar as condições gerais do caminhão coletor, em seguida conduzir o caminhão até as ruas que compõem o seu percurso diário para que seja feito o recolhimento do lixo. Quando a capacidade máxima da carga de lixo estiver completa, o motorista conduz o veículo até o Centro de Tratamento de Resíduos Sólidos (CTReS) para descarregar o lixo nas carretas transportadoras do lixo para o Aterro Sanitário localizado no município de Governador Celso Ramos. No término do roteiro, o motorista dirige o caminhão para lavagem geral do mesmo.”

A jornada de trabalho da equipe é de oito horas, podendo variar a quantidade de horas trabalhadas por dia (seis a dez horas), sendo previsto no acordo coletivo de trabalho que terminado o recolhimento do lixo do roteiro e do seu devido transbordo, ficam encerradas as atividades e conseqüentemente a jornada de trabalho.

De acordo com o Anexo 1, da NR-15, o valor em dB(A) do limite equivalente medido – Leq é de 82,12 não atinge o índice de ruído contínuo para reconhecimento de ambiente insalubre, pois em seu escopo, a NR-15 diz que é permitida uma exposição diária de oito horas em oitenta e cinco dB(A) de pressão sonora.

Conforme o Anexo 1, da NR-15, o valor em dB(A) calculado para uma exposição de oito horas em Leq é de 84,30 dB(A), que não atinge o índice de ruído contínuo para insalubridade, pois em seu escopo, a NR-15 diz que é permitida uma exposição diária de oito horas com 85 dB(A) de nível de ruído; porém, estando muito próximo deste índice, o que requer medidas que possam atenuar o índice encontrado.

5.4 OCORRÊNCIA DE PAIR E DOSIMETRIA

A dosimetria comprova que nenhum, dos dois caminhões avaliados, excede na dose de ruído permitida para a jornada de trabalho de oito horas diárias – Anexo 1, da NR-15 - 85 dB(A).

Segundo informações do departamento de segurança do trabalho da empresa, a maioria dos caminhões (seis) possuem níveis de pressão sonora inferiores ou igual a 85 dB(A), fazendo parte da renovação da frota de caminhões de coleta, que caracteriza a diminuição de ruído para os motoristas. Os demais caminhões utilizados na coleta possuem níveis de pressão sonora entre 85 dB(A) e 90 dB(A), conforme afirma o departamento de segurança do trabalho da empresa, e são utilizados somente quando necessários, já que possuem maior ruído e os motoristas procuram evitá-los.

Tendo como base os dois caminhões de coleta em que foram realizadas as dosimetrias, pode-se concluir que o percentual de perdas auditivas induzidas por ruído é significativo, levando a concluir que:

- Os níveis de pressão sonora de 85 dB(A) estabelecidos pela NR-15 para esse tipo de exposição a ruído precisam ser revistos no caso destes trabalhadores;
- Os motoristas que apresentam PAIR estiveram conduzindo os caminhões mais ruidosos por mais tempo que os caminhões da frota nova;
- Dentre os onze motoristas que apresentaram PAIR, referindo-se ao ano de 2002, quatro tem tempo de função de seis a dez anos, e sete, tem onze a vinte anos na função; nos anos de 2001 e 2000, quatro motoristas tem de seis a dez anos na função de motorista de coleta de lixo, e seis, tem de onze a vinte anos, comprovando a influência do tempo de exposição a ruído excessivo na PAIR;
- O dado referente ao tempo de função confirma a utilização de caminhões antigos (com nível de pressão sonora acima de 85 dB(A)), aumentando a probabilidade da ocorrência de perdas auditivas induzidas por ruído;
- A faixa etária dos motoristas que, na avaliação audiológica, confirmaram perda auditiva induzida por ruído, varia entre vinte e cinquenta anos; sendo que um motorista ficou na faixa etária de vinte a trinta anos, oito motoristas ficaram na faixa etária de trinta e um a quarenta anos (nove em 2002), e um motorista ficou na faixa etária de 41 a 50 anos, confirmando a importância do diagnóstico diferencial entre PAIR e presbiacusia;

- A medida de rodízio, adotada pela empresa de coleta de lixo urbano, serve para prevenir o aumento do número de motoristas com alterações auditivas e também para evitar que outros motoristas adquiram PAIR;

- A frota de caminhões de coleta precisa ser toda renovada a fim de que a exposição ao ruído seja cada vez mais atenuada.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O capítulo a seguir objetiva concluir o assunto discutido ao longo da dissertação e contribuir, através de recomendações, para um melhor programa de conservação auditiva, e sugerir propostas para novas pesquisas na área.

Conhecer a evolução ergonômica no posto de trabalho do motorista de coleta de lixo urbano permite abrir novos olhares e permite traçar considerações para avançar nas condições de trabalho e na qualidade de vida deste trabalhador.

Quanto às referências de ruídos na cabine do caminhão do profissional, constatou-se que o desenvolvimento técnico ergonômico influenciou no sentido de amenizá-lo no decorrer dos anos. Novos caminhões de coleta de lixo estão sendo comprados para substituição dos caminhões mais antigos (mais ruidosos). Os “carros novos” possuem um sistema de aceleração tecnologicamente avançado, com menores níveis de pressão sonora.

6.1 CONCLUSÕES / RECOMENDAÇÕES

Foram observadas as condições de trabalho, principalmente em relação ao ruído, e que a tecnologia e as evoluções ergonômicas têm ajudado e muito. A partir das considerações acima realizadas tem-se em condições de tecer algumas sugestões e recomendações, sendo elas:

- Seria de grande valor que os projetistas procurassem antes de começar os projetos sobre motoristas de caminhão de coleta de lixo ou sobre as empresas de coleta de lixo, conhecer as concepções de valores por parte da administração, para que não ocorram obstáculos inesperados à sua execução.
- Prosseguir a troca dos caminhões de coleta antigos por caminhões novos, menos ruidosos e mais confortáveis ergonomicamente (poltrona, ar condicionado, cabine acusticamente isolada).
- Prosseguir o rodízio de pessoal entre os equipamentos (veículos antigos e novos).
- Regulagem e manutenção periódica dos motores dos caminhões da coleta.
- Instalação de silenciadores na descarga dos veículos.
- Proceder a monitoração e medição periódicas dos níveis de pressão sonora nos postos e trabalho.

- Realização dos exames audiométricos periódicos com os motoristas de caminhão de coleta de lixo urbano e o devido acompanhamento dos resultados.
- Estudos e solução dos casos em que forem verificadas perdas de audição induzidas por ruído.
- Acompanhamento e verificação dos apontamentos feitos pelos trabalhadores quando os problemas forem apresentados.
- Aplicar um sistema de rodízio entre os motoristas da empresa, cada mês o motorista está desempenhando determinada função, ora na coleta de lixo, ora na condução de carros ou ônibus de pessoal da equipe de outras funções (sistema que vem sendo testado aleatoriamente pela empresa, segundo os próprios motoristas).

Cabe ao ergonomista a responsabilidade de esclarecer os problemas de trabalho, de maneira convincente, aos encarregados do setor pessoal e à gerência, que a qualidade de trabalho na empresa aumente na mesma proporção em que são oferecidos meios de melhora da qualidade de vida aos funcionários. Assim, ambos terão lucros assegurados: a empresa contará com o aumento da qualidade profissional e o funcionário terá sua saúde e bem estar garantidos.

6.2 SUGESTÕES DE NOVAS PESQUISAS

Existe uma dificuldade muito grande de verificar os níveis de ruído ambiental em certos locais de trabalho, pois fatores diversos como: tecnologia e correta utilização dos aparelhos utilizados para medição do nível de pressão sonora, grau de conhecimento técnico do avaliador, fatores biológicos e psicológicos interferem na avaliação do grau de exposição auditiva do trabalhador.

Os fatores estressantes do ruído são dependentes do tipo de atividade, do tipo de ambiente e do próprio trabalhador e sua conduta diária de vida. O ruído ambiente interage com outros fatores, afetando o profissional que trabalha exposto ao mesmo.

Como resultado desta dissertação, pode-se sentir dando um salto qualitativo, tanto na vida pessoal quanto na profissional. Tendo consciência de que as questões levantadas foram o princípio de uma grande construção, que devem ainda suscitar muitas outras discussões.

Sugere-se o estudo de acompanhamento dos limiares auditivos utilizando-se de exames de otoemissões acústicas (orelha direita e orelha esquerda) destes motoristas que apresentaram PAIR como pesquisa futura, bem como a implantação de medidas de controle de ruído na fonte, atenuando os níveis de pressão sonora destes veículos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[ABNT] Associação de Normas Técnicas. **NBR 10.152: Acústica – Níveis de ruído para controle acústico**. Rio de Janeiro, 1997.

ALEXANDRY, F. G. **O problema do ruído industrial e seu controle**. São Paulo: FUNDACENTRO. 1985. p. 86.

ALMEIDA, F. S. **Avaliação auditiva e prevenção da surdez**. Revista brasileira de otorrinolaringologia, v. 59, n. 2. 2000.

ALVES FILHO, J. M. **O ruído no ambiente de trabalho: sua influência nos aspectos biopsicossociais do trabalhador**. 2002. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis.

ANDERSON, MELIN, SCOTT et al. **An evaluation of a behavioural treatment approach to hearing impairment**. Behav. Ver. Ther. v. 33, n. 3, p. 283-292. 1995.

ASTETE, M. W. et al. **Riscos físicos: Ruído e vibrações**. São Paulo: FUNDACENTRO. 1985. p. 1-31.

AXELSSON, A. **Diagnostics and treatment of occupational noise-induced hearing loss**. Acta Otolaryngol, Suppl. p. 360, 86-87. 1979.

BAHADORI, R. S. e BOHNE, B. A. **Adverse effects of noise on hearing**. Am Family Phisician. v. 47, p.1219-1226. 1993.

BELTRAMI, C. B. **Dos limiaries de audibilidade nas freqüências de 250 a 18000 Hz em indivíduos expostos a ruído ocupacional**. 1999. Tese (Doutorado) - Escola paulista de medicina: São Paulo.

BERALDO, L. C.; SCHEVER, J. C. **Rede news**. Revista Assobens. Editora. Volvo do Brasil veículos. Curitiba. 2001. n. 91, p. 4.

BERGLUND, B.; HASSMÉN, P.; JOB SOAMES, R. F. **Sources and effects of low frequency noise**. J. Acoust. Soc. Am. v. 99, n. 5. may, 1996.

BERNE, R. M.; LEVY, M. N. **Fisiologia**. Rio de Janeiro. Ed. Guanabara Koogan S. A. 1990.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. **Sobre pesquisa envolvendo seres humanos**. Resolução n. 196 de 1996, Brasília, 1996.

BRASIL – INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDADE SOCIAL. Ordem de serviço n. 608 de 05 de agosto de 1998 – **Norma Técnica sobre perda auditiva neurosensorial por exposição a níveis elevados de pressão sonora de origem ocupacional**. Diário Oficial da União de 19 de agosto de 1998

BRASIL – MINISTÉRIO DO TRABALHO. Portaria n. 19 de 09 de abril de 1998. Diário Oficial da União de 22 de abril de 1998.

BROWNELL, W. E. et al. **Evoked mechanical responses of isolated hair cells**. Science. 1985. v. 227, p. 194-196.

BUNCH, C. C. **The diagnostics of occupational of traumatic deafness**: A historical and audiometric study. The laryngoscope. V. 47, p. 615-691. 1937.

BURNS, W. **Noise and man**. John Murray. London. 1973. p. 105.

CARNICELLI, M. V. F. **Audiologia preventiva voltada à saúde do trabalhador**: organização e desenvolvimento de um programa audiológico numa indústria têxtil da cidade de São Paulo. Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo. 1988.

CLARK, J. G. **Audiology for the school speech-language clinician**. In KATZ, J. – Tratado de audiológica clínica. São Paulo: Manole. 1989.

CLARK, W. W. **Hearing**: The effects of noise. Otorringologo head neck surg. 1992. v. 106, p. 669–676.

COHEN, A. **Extra auditory effects of occupational noise-part I**: Disturbances to physical and mental health. In National safety news. n. 108, p. 93-9. august, 1973.

COMITÊ NACIONAL DE RÚIDO E CONSERVAÇÃO AUDITIVA – **Norma Técnica que define e caracteriza a PAIR**. Rev. Proteção. v. 32, n. 6, p. 286. 1994.

COMITÊ NACIONAL DE RUIDO E CONSERVAÇÃO AUDITIVA – Boletim n. 5 - **Valorização dos efeitos auditivos e não auditivos em processos judiciais referentes à PAIR relacionada ao trabalho**. Gramado. jul., 1998.

COSTA, E. A. **Estudo da correlação entre audiometria tonal e o reconhecimento de monossílabos mascarados por fala competitiva nas perdas auditivas induzidas por ruído**. Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo. 1992.

COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho**: Manual técnico da máquina humana. v.2, Belo Horizonte: Ergo.1996.

COUTO, H. A.; SANTINO, E. **Audiometrias ocupacionais**. Belo Horizonte: Ergo Editora.1995. p. 116.

CUBAS DE ALMEIDA, S. I. **História natural da disacusia induzida por ruído industrial e implicações médico-legais**. Dissertação (Mestrado). Escola Paulista de Medicina. 1992.

DALLOS, P. **The auditory periphery**. New York: Academic Press. 1973.

DUL, J.; WEERDMEEESTER, B. **Ergonomia prática**. São Paulo: E. Blucher, 1995. p.143.

FRANÇA, A. C. L.; RODRIGUES, A. L. **Stress e trabalho**: Guia prático com abordagem psicossomática. São Paulo: Atlas. 1997.

FROTA, S. **Fundamentos em fonoaudiologia: audiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.1998. 180 p.

FUNDACENTRO – **Equipamentos de proteção individual**. 1981.

GANONG, W. F. **Fisiologia médica**. 5 ed. São Paulo: Atheneu. 1989.

GASAWAY, D. C. **Hearing conservation**: A practical manual and guide. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs Jersey.1985.

GELFAND, S. A. **Hearing**: A introduction to psychological and physiological acoustics. New York. Marcel Dekker. 1998.

GERGES, S. N. Y. **Ruído** – Fundamentos e controle. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 1992.

GERGES, S. N. Y. **Ruído** – Fundamentos e controle. 2 ed. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2000. 696 p.

GLORIG, A. **Noise**. 2 ed. v. 38; Wiley-Interscience, NY-USA, 1985.

GODOY, T. M. C. **Perdas auditivas produzidas pelo ruído em militares**: um enfoque preventivo. Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo. 1991.

GOLDSTEIN, F, 1978. In KATZ, J. **Tratado de audiologia clínica**. 4 ed. São Paulo: Manole.1999.

GRANADA, H. **Psicologia y salud ambiental**: Percepción y valoración de factories de riesgo en un escenario laboral. Cadernos de psicologia. v. 13, n. 1, p. 2. 1994.

GUÉRIN, F. et al. **Compreender o trabalho para transformá-lo**. São Paulo: Ed. Edgard Blucher Ltda.1997. p. 200.

GUIMARÃES (1994) *apud* RIO, R. P.; PIRES, L. **Ergonomia**: Fundamentos da prática ergonômica. Belo Horizonte: Health.1999.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Fisiologia humana e mecanismos das doenças**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan S. A . 1998.

HARRIS, C. M. **Handbook of noise control**. McGraw-Hill Book Company. London. 1979.

HENDERSON, D.; SUBRAMANIAM, M.; BOETTCHER, F. **Individual susceptibility to noise – Induced hearing loss**: and old topic revisited. Ear Hear. v. 14, n. 3, p. 152–168. 1993.

HODGSON, W. R. **Basic audiologic evaluation**. Baltimore. The Williams and Wilkins Co. 1980.

HOUSSAY, B. **A fisiologia humana**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan S. A . 1984.

IBAÑEZ, R. N. **Programa de conservação auditiva**. In: NULDELMANN, A. A.; COSTA, E. A.; SELIGMAN, J.; IBAÑEZ, R. N. Perda auditiva induzida pelo ruído. São Paulo: Bagagem. 1997. v. 1, 297 p.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDADE SOCIAL – Decreto n. 357 de 7 de dezembro de 1999.

ISO - Internacional Organization for Standardization. **Thermal environments** - instruments and methods for measuring physical quantities, ISO 7726. Switzerland. 1985.

JERGER, S.; JERGER, J. **Alterações auditivas, um manual para avaliação clínica**. 1989. p. 53.

KNOPLICK, J. **Enfermidades da coluna vertebral**. 2.ed. São Paulo: Manole, 1986.

KRYTER, K. D. **The effects of noise on man**. New York. N. Y: Academy Press. 1985.

KWITKO, A.; PEZZI, R. G.; SILVEIRA, M. S. **Exposição a ruído ocupacional e pressão sanguínea**. Rev. Bras. de Otorrinolaringologia. 1996. v. 62, n. 2.

KWITKO, A. **Ruído**: estudo criterioso. Revista Proteção. Junho, 2000.

LACERDA, A. P. **Audiologia clínica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1976.

LIERLE, D. **Guide for evaluation of hearing impairment**. In: Trans. am. acad. ophthalmol. otolaryngol. 1959. n. 63, p. 236.

MALATHI, A. **Auditory and extra-auditory effects of noise stress and underlying mechanisms of its causation in occupation environment of aviation**. Disponível em: <http://www.indiapilots.org/auditory.htm>. Acesso em: mai. 2001.

MARTINS, A. L. et al **Perda auditiva em motoristas e cobradores de ônibus**. Rev. Bras. Otorrinolaringologia. n. 67, p. 467-473. jul./ago. 2001.

MELNICK, W. **Noise and hearing loss**. In: KEITH, R. W. (Audiology for the physician). Baltimore: Williams e Williams, 1984. cap. 10, p. 137-213.

MELNICK, W. **Conservação auditiva industrial**. In KATZ, J. Tratado de audiologia clínica. São Paulo: Manole. 1989.

MELNICK, W. **Saúde auditiva do trabalhador**. In KATZ, J. Tratado de audiologia clínica. 4 Ed. São Paulo: Manole. 1999. p. 529-547.

MENDES, R. **Patologia do trabalho**. Rio de Janeiro: Atheneu. 1996.

MERLO, A. R. et al. **Saúde do Trabalhador**. In: DUNCAN, B. B. et al. Medicina ambulatorial – Conduas clínicas em atenção primária. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed. 1996.

MERLUZZI, F. **Metodologia di esecuzione del controllo dell'udito dei lavoratori esposti a rumore**. Nuovo archivio italiano di otologia, v. 7, n. 4, p. 685-714. 1979.

MILLER, J. D. **Effects of noise on people**. JASA. v. 56, n. 3, p. 729 –764. 1972.

MIRANDA, C. R.; DIAS, C. R. **Perda Auditiva Induzida por Ruído em trabalhadores em bandas e trios elétricos em Salvador, Bahia**. Rev. Bras. de Otorrinolaringologia. set./out, 1998. v. 64, n. 5, p. 495–504.

MIYAKITA, T.; UEDA, A. **Estimates of workers with noise-induced hearing loss and population at risk**. JSV: v. 295, n. 4, p. 491– 449. 1997.

MONTMOLLIN, M. **A Ergonomia**. Lisboa: Instituto Piaget.1995. p.159.

MORATA, T. **Lemasters**, In OLIVEIRA, J. A. A.; NUDELMENN, A. A.; COSTA, E.; SELIGMAN, J.; IBAÑEZ, R. N. PAIR – Perda Auditiva Induzida Pelo Ruído. Porto Alegre: Bagagem Comunicação. 2002.

MOREIRA, R. R. **Dois enfoques acerca de Perda Auditiva Induzida Pelo Ruído (PAIR)**. In: LIMONGI, S. Fonoaudiologia e Pesquisa. São Paulo: Lovise. 1998.

MURREL, K. F. H. **Ergonomics: Man in his working environment**. London: Chapman & Hal, 1965.

NUDELMENN, A. A.; COSTA, E.; SELIGMAN, J.; IBAÑEZ, R. N. **PAIR - Perda Auditiva Induzida Pelo Ruído**. v. 2. Rio de Janeiro: Revinter. 2001.

OLIVEIRA, J. A. A.; NUDELMENN, A. A.; COSTA, E.; SELIGMAN, J.; IBAÑEZ, R. N. In: PAIR – Perda Auditiva Induzida Pelo Ruído. Porto Alegre: Bagagem Comunicação. p. 101–142. 2002.

OSADA, Y. **An overview of health effects of noise**. JSV: v. 127, n. 3, p. 407–410. 1988.

PETERSON, A. P. G.; GROSS, Jr. E. E. **Handbook of noise measurement**. Copyright by Genrad Inc. Concord. Massachusetts. USA. 1978.

PHANEUF, R. E.; HETU, R. **An epidemiological perspective of the causes of hearing loss among industrial workers**. The journal of otolaryngology. v. 19, n. 1, p. 31–40. 1990.

PICKLES, J. O. **An introduction to the physiology of the hearing**. New York: Academic Press. 1988.

PIMENTEL, SOUZA F.; ALVARES, PAS. **A poluição sonora urbana no trabalho e na saúde**. [on line]. Disponível em: <http://www.icb.ufmg.br/lpf>. Acesso em: 27 de julho de 2000.

PLOMP, R.; GRAVENDEEL, D. W.; MIMPEN, A M. **Relation of hearing loss to noise spectrum**. Jasa. v. 35, n. 8. aug., 1963.

QUEIROGA, M. R. **Influência dos fatores individuais na incidência de dor músculo esquelética em motorista de ônibus da cidade de Londrina (PR)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção – Ergonomia). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 1998.

RABINOWITZ, P. M. **Noise induced hearing loss**. Am farm. Physical. v. 61, Iss 9. may, 1, 2000.

REYNOLDS, D. D. **Engineering principles of acoustics – noise and vibration controls**. Boston. 1981.

ROYSTER, J.; ROYSTER, L. H. **Evaluation hearing conservation programs: organization and effectiveness.** In: Industrial hearing conservation conference. Kentucky. 1989. Proceedings. NIOSH. UEK. 1989. p. 57-60.

SANTOS, U. P. (ORG.). **Ruídos: riscos e prevenção.** 2 ed. São Paulo: Hucitec.1994.

SATALOFF, J.; VASSALLO, L. E.; MENDUKE, H. **Occupacional hearing loss and high frequency thresholds** – Arch Envir Health. v.14, p.832–6. 1967.

SATO, K. **Effects of noise on higher nervous activity.** JSV: v. 127, n. 3, p. 419–424. 1988.

SELIGMAN, J. **Efeitos não-auditivos e aspectos psicossociais no indivíduo submetido ao ruído intenso.** Rev. Bras. de Otorrinolaringologia. v. 59, n. 4. 1993.

SHORE, S. E. **Coding of complex signals in the peripheral auditory system.** Seminars on Hearing. v. 7, p. 65-85. 1986.

SMITH, A. **A review of the non-auditory effects of noise on health.** Work and stress. v. 5, n. 1. p. 49–62. 1991.

SINGH, A. P. et al. **Effects of chronic and acute exposure to noise on physiological function in man.** Int Arch Environ Health. v. 50, p.169-174. 1982.

STENKELENBURG, M. **Noise at work – tolerable limits and medical control.** Am. Ind. Hyg. Assoc. Journal. n. 43. jun.,1982.

SUNDSTRON, E.; SUNDSTRON, M. G. **Work Places – the psychology of the physical environment in the offices and factories.** Handbook of Environmental Psychology. New York. cap. 7. 1987.

SUTER, A. H. **Noise and its effects** – conference consultant. p. 1–53. nov., 1991.

SZANTO, C. S.; IONESCU, M. **Influence of age and sex on hearing threshold levels in workers exposed to different intensity levels occupational noise.** Audiology. v. 22, p. 339–356. 1983.

VAN DYK, F. J. H. **Non-auditory effects of noise in industry II – a review of the literature.** Int Arch Occup Environ Health. v. 58, p. 325-332. 1986.

VAN DYK, F. J. H.; SOUMAN, A. M.; DE VRIES, F. F. **Non-auditory effects of noise in industry – a final field study in industry.** In: Arch Occup Environ Health. v. 59, p. 147-152. 1987.

VIEIRA, S. I. **Medicina básica do trabalho**. 2 ed. Curitiba: Gênese. 1996. 624 p.

WARD, D. W. **The identification and treatment of noise-induced hearing loss**. *Oto. Clinic of North Am.* v. 12, p. 89 –110. 1969.

WEBB, J. D. **Noise control in industry**. John Willey and sons. Inc. New York. 1978.

YANZ, J. L.; ABBAS, P. J. **Age effects in susceptibility to noise-induced hearing loss**. *Jasa.* v. 72, n. 5, p. 1450 – 1455. nov., 1982.

YERG, R. A. **Protocol of inter-industry noise study**. *J. Occup. Med.* v. 17, n. 12, p. 760–764. dec., 1975.

ZANELLA, A. et al **Segurança do trabalho na construção civil na área de edificações**. São Paulo: Universidade Mackenzie. 1981.

APÊNDICES

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu _____ portador do RG nº _____ estou ciente da realização desta pesquisa que tem como objetivo a **CORRELAÇÃO DA PAIR COM O RUÍDO DO CAMINHÃO DE LIXO URBANO**, que realizará através de entrevista, audiometria e dosimetria (na cabine do caminhão de coleta de lixo).

Deixo claro que tenho o direito de:

- receber respostas ou esclarecimentos do pesquisador a qualquer pergunta que eu necessite, assim como esclarecimentos sobre procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados com a pesquisa;
- possuir a liberdade para retirar meu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo e penalização;
- assegurar o direito de que não serei identificado e que manterá o caráter sigiloso e confidencial das informações.

Florianópolis, _____ de _____ de 2002.

Assinatura

Entrevista Ocupacional

1. Data de Nascimento: _____ 2. Função: _____

3. Tempo (anos) na função: _____ 4. Horas de trabalho: _____

5. Horas / Semanais de exposição ao ruído:

() 9 h / semanais ou menos () 10 h – 19 h / semanais

() 20 h - 39 h / semanais () 40 h / semanais

6. Possui outros empregos com exposição ao ruído? () sim () não

6.1. Função: _____

7. Exposição ao ruído em empregos anteriores? () sim () não

7.1. Tempo (anos): _____ 7.2. Função: _____

7.3. Houve utilização de protetores auriculares? () sim () não

8. Participou de programa de conservação auditiva? () sim () não

() não sei

9. Costuma expor-se ao ruído fora do ambiente de trabalho: () sim () não

9.1. Situações:

() armas de fogo () barco a motor () música

() veículos () outros Quais? _____

10. Faz uso de protetores auriculares nessas situações? () sim () não

10.1. Costuma utilizar medicamentos regularmente? () sim () não

10.2. Quais? _____

11. Apresenta alguma das seguintes queixas:

() diabetes () hipertensão () otalgia

() irritabilidade () infecções de ouvido

() zumbido () tontura () cefaléia

() dificuldades para ouvir

() dificuldades para entender em ambientes ruidosos

12. Fuma ? () sim () não Tempo (anos): _____

13. Costuma ingerir bebidas de álcool? () sim () não

13.1. Tempo (anos): _____

14. Realizou alguma cirurgia? () sim () não

14.1. Qual? _____

15. Pratica algum esporte regularmente? () sim () não

15.1. Qual? _____

15.2. Vezes por semana?

() Menos de uma vez por semana () 2 – 3 vezes por semana

() 4 – 5 vezes por semana () Mais de 5 vezes por semana

16. Observações:

ANEXO

AUDIOGRAMA

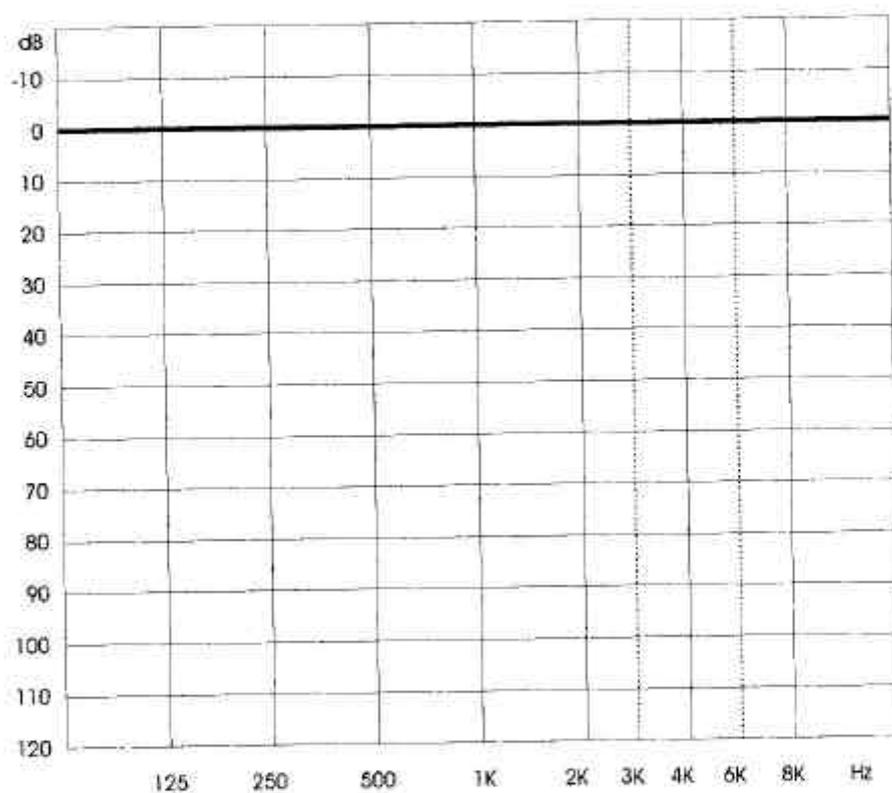
Nome:

Data:

Data de Nascimento:

Sexo:

Examinador:



Observações: _____

Figura 1 - Anexo de audiograma