

# O RUÍDO NAS OBRAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E O RISCO DE SURDEZ OCUPACIONAL



MINISTÉRIO  
DO TRABALHO E EMPREGO



FUNDACENTRO  
FUNDAÇÃO JOSÉ ELPIRAT FIGUEIREDO  
DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

O RUÍDO NAS OBRAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E  
O RISCO DE SURDEZ OCUPACIONAL

PRESIDENTE DA REPÚBLICA  
Fernando Henrique Cardoso  
MINISTRO DO TRABALHO E EMPREGO  
Francisco Dornelles

**FUNDACENTRO**

PRESIDÊNCIA

Humberto Carlos Parro

DIRETORIA EXECUTIVA

José Gaspar Ferraz de Campos

DIRETORIA TÉCNICA

Sonia Maria José Bombardi

DIRETORIA DE ADMINISTRAÇÃO E FINANÇAS

Antonio Sérgio Torquato

ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL

José Carlos Crozera

Paulo Alves Maia

# O Ruído nas Obras da Construção Civil e o Risco de Surdez Ocupacional

*Dissertação de Mestrado apresentada à Comissão de pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração de Saneamento*  
*Orientadora: Profa. Stelamaris Rolla Bertoli*

MINISTÉRIO  
DO TRABALHO E EMPREGO



FUNDACENTRO  
FUNDAÇÃO JOSÉ DUPRAT FRIGERIO  
DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

2001





*À minha amada esposa, Sandra, e aos meus queridos filhos, Nycholas e Sara,  
verdadeiras colunas no edifício de minha vida.*



## *Agradecimentos*

*A Deus, amigo sempre presente, pela inspiração e achados do dia-a-dia.*

*À minha mãe, Alaíde, pelo carinho e grande esforço na minha educação.*

*À professora Stelamaris, pela confiança e orientação nesta dissertação.*

*Ao engenheiro Álvaro César Ruas, pelo exemplo de parceria na pesquisa pelo desprendimento com que me apoiou moral, logística e cientificamente.*

*Ao Wagner Fabricio Néspoli, pela cooperação na obtenção das medidas de campo e apoio na elaboração de texto, figuras e gráficos desta dissertação.*

*À fonoaudióloga Cybele Belshansky, pelo fornecimento dos dados audiométricos que tornaram possível a realização deste trabalho.*

*À FUNDACENTRO, que me permitiu e estimulou à pesquisa voltada à saúde e bem estar de meus semelhantes.*

*Aos trabalhadores da Construção Civil, razão desse estudo, pela humildade e prontidão com que me recebiam nos canteiros de obras.*



*“...Observamos esse artifices todos sentados sobre pequenos colchões postos no chão, trabalhando constantemente encurvados, usando martelos a princípio de madeira, depois de ferro, e batendo o bronze novo, para dar-lhe a ductilidade desejada. Primeiramente pois, o contínuo ruído danifica o ouvido, e depois toda a cabeça; tornam-se um pouco surdos e, se envelhecem no mister, ficam completamente surdos, porque o tímpano do ouvido perde sua tensão natural com a incessante percussão que repercute, por sua vez, para os lados, no interior da orelha, perturbando e debilitando todos os órgãos da audição...”*

*Bernardino Ramazzini  
As Doenças dos Trabalhadores, 1700*



# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>21</b>
1.1	Considerações gerais	21
1.1.1	O problema estudado	22
1.2	Objetivos	23
1.3	A Construção Civil	23
1.3.1	Importância da Construção Civil	24
1.3.2	Características da Construção Civil	25
1.4	O trabalhador da Construção Civil	26
1.4.1	Características Gerais da Mão-de-obra	27
1.4.1.1	Sexo	27
1.4.1.2	Idade	27
1.4.1.3	Estado civil e composição familiar	27
1.4.1.4	Dependentes	28
1.4.1.5	Composição Salarial	29
1.4.1.6	Grau de Instrução	29
1.5	A natureza do som	30
1.6	O ouvido humano	32
1.6.1	Estrutura e funcionamento do ouvido	33
1.7	Classificação das perdas auditivas	35
a)	Perdas auditivas condutivas	36
b)	Perdas auditivas neurosensoriais	37
1.8	Perda auditiva induzida pelo ruído ocupacional	38
1.8.1	Distinção entre presbiacusia e perdas auditivas induzidas pelo ruído	38
1.8.2	A problemática das determinações das perdas auditivas induzidas pelo ruído	39
1.8.2.1	O ruído como fonte de perdas auditivas do trabalhador	39
1.8.2.2	Audição “típica” ou “normal”	41



<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	45
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	55
3.1	Pressupostos necessários	56
3.2	Procedimentos necessários	57
3.2.1	Procedimento de aquisição e tratamento de dados audiométricos	58
3.2.1.1	Aquisição dos dados audiométricos	58
3.2.1.2	Sala dos testes e cabine audiométrica	58
3.2.1.3	Requisitos para a realização dos testes audiométricos	59
3.2.1.4	Tratamento estatístico dos dados audiométricos	60
a)	Seleção	60
b)	Classificação	61
c)	Análise	61
3.2.2	Procedimento de cálculo dos limiares de audição devido à idade	63
3.2.2.1	A norma ISSO 7029/84	64
3.2.2.2	Especificações da base de dados A	64
3.2.3	Procedimento de estimativa das perdas induzidas pelo ruído – NIPTS	66
3.2.3.1	Tentativas precedentes de estimativas de NIPTS	66
3.2.3.2	Cálculo das perdas auditivas permanentes induzidas pelo ruído não contínuo	69
3.2.4	Procedimento de campo para avaliação da exposição ocupacional ao ruído	70
3.2.4.1	Avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente	70
3.2.4.2	Critérios de avaliação da exposição ocupacional ao ruído de impacto	71
3.2.4.3	Abordagem dos locais e das condições de trabalho	72
3.2.4.4	Procedimentos gerais de medição	72
3.2.4.5	Interpretação dos resultados	73
a)	Ruído Contínuo ou Intermitente	73
b)	Ruído de Impacto	74
c)	Ruído Contínuo ou Intermitente simultâneo com Ruído de Impacto	74
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	75
4.1	Resultados de medidas de campo	75
4.1.1	Função: Ajudante Geral	75
4.1.2	Função: Pedreiro	76
4.1.3	Função: Armador	77
4.1.4	Função: carpinteiro	78
4.1.2	Espectros sonoros de máquinas utilizadas na Construção Civil	79

4.2	Resultado do tratamento dos dados audiométricos	84
4.2.1	Distribuição populacional de perdas auditivas totais	84
4.2.2	NIPTS medianas para o grupo de ajudantes gerais	88
4.2.3	NIPTS medianas para o grupo de pedreiros	89
4.2.4	NIPTS medianas para o grupo de armadores	90
4.2.5	NIPTS medianas para o grupo de carpinteiros	91
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>93</b>
5.1	Procedimento audiométrico	93
5.1.1	Ajudantes gerais	94
5.1.2	Pedreiros	94
5.1.3	Armadores	95
5.1.4	Carpinteiros	95
5.2	Resultados dos procedimentos de campo	96
5.2.1	Ajudantes gerais	96
5.2.2	Pedreiros	97
5.2.3	Armadores	98
5.2.4	Carpinteiros	98
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>101</b>
<b>7</b>	<b>SUGESTÕES DE NOVOS TRABALHOS</b>	<b>103</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>105</b>
	ANEXO A – Pesquisa Mensal de Salários Regionais – Revista PINI	113
	ANEXO B – Perdas induzidas pelo ruído calculadas por meio da ISSO 1999/90	115
	ANEXO C – Conceito, tipos e interpretação de testes audiométricos	116
	ANEXO D – Audiogramas mostrando a progressão do NIPTS	123
	ANEXO E – Dados e resultados dos audiogramas	125
	E1 – Perdas referenciais	125
	E2 – Perdas auditivas no melhor ouvido dos ajudantes gerais	127
	E2.1 – Demonstrativo de cálculo das NIPTS dos ajudantes Gerais em dB(A)	129
	E3 – Perdas Auditivas no melhor ouvido dos pedreiros	130
	E3.1 – Demonstrativo de cálculo das NIPTS dos pedreiros em dB(A)	131
	E4 – Perdas Auditivas no melhor ouvido dos armadores	132
	E4.1 – Demonstrativo de cálculo das NIPTS dos armadores em dB(A)	134
	E5 – Perdas auditivas no melhor dos carpinteiros	136
	E5.1 – Demonstrativo de cálculos das NIPTS dos carpinteiros em dB(A)	141
	<b>GLOSSÁRIO</b>	<b>143</b>



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Número de empregados da construção civil, segundo regiões metropolitanas e Distrito Federal – 1988	26
FIGURA 2 – Idade dos Trabalhadores da Construção Civil	27
FIGURA 3 – Número de filhos dos trabalhadores da Construção Civil	28
FIGURA 4 – Número de dependentes dos trabalhadores da Construção Civil	28
FIGURA 5 – Composição salarial dos trabalhadores da Construção Civil	29
FIGURA 6 – Corte esquemático do ouvido	33
FIGURA 7 – Disposição dos ossículos	34
FIGURA 8 – A cóclea e os dutos	34
FIGURA 9 – Corte da cóclea	35
FIGURA 10 – Órgão da cóclea: (A) Normal, (B,C,D) Danificada	36
FIGURA 11 – Níveis de audição (HTL) devido à idade para homens não expostos a ruído ocupacional em uma sociedade industrializada	40
FIGURA 12 – Níveis de audição (HTL) devido à idade, de mulheres não expostas a ruído ocupacional em uma sociedade industrializada	41
FIGURA 13 – Limiares auditivos associados à audição “normal”	42
FIGURA 14 – Distribuição de perdas auditivas induzidas pelo ruído em uma população	56
FIGURA 15 – NIPTS em 4000 Hz, após 10 anos de exposição ou mais, em jornadas diárias de 8 horas e 250 dias por ano	68
FIGURA 16 – Estimativas de PASSCHIR-VERMER (1968) de NIPTS, em várias frequências, produzidas em 10 anos ou mais, em jornadas diárias de 8 horas e 250 horas por ano.	68
FIGURA 17 – Curvas idealizadas por BURNS e ROBINSON (1970) para o crescimento esperado das NIPTS em 4000 Hz	69
FIGURA 18 – Espectro sonoro de serra circular (corte de maderite)	79
FIGURA 19 – Espectro sonoro de serra circular (corte de tábua de 2,5 cm)	79
FIGURA 20 – Espectro sonoro de serra manual (corte de azulejos)	79
FIGURA 21 – Espectro sonoro de serra manual (corte de ardósia)	80

FIGURA 22 – Espectro sonoro de lixadeira (corte de blocos de concreto)	80
FIGURA 23 – Espectro sonoro de lixadeira (corte de estrutura de concreto)	80
FIGURA 24 – Espectro sonoro de policorte (corte de ferragens)	81
FIGURA 25 – Espectro sonoro de britadeira	81
FIGURA 26 – Espectro sonoro de compactador de solo	81
FIGURA 27 – Espectro sonoro de jateamento de areia	82
FIGURA 28 – Espectro sonoro de guincho 1	82
FIGURA 29 – Espectro sonoro de guincho 2	82
FIGURA 30 – Espectro sonoro de betoneira (carga total)	83
FIGURA 31 – Espectro sonoro de betoneira (1/4 da carga total)	83
FIGURA 32 – Espectro sonoro de furadeira com broca de ½” (furando madeira)	83
FIGURA 33 – Distribuição de perdas auditivas de percentis populacionais de ajudantes gerais	84
FIGURA 34 – Distribuição de perdas auditivas de percentis populacionais de pedreiros	85
FIGURA 35 – Distribuição de perdas auditivas de percentis populacionais de armadores	86
FIGURA 36 – Distribuição de perdas auditivas de percentis populacionais de carpinteiros	87
FIGURA 37 – Determinação do perfil mediano das perdas auditivas induzidas pelo ruído do grupo de ajudantes gerais	88
FIGURA 39 – Determinação do perfil mediano das perdas auditivas induzidas pelo ruído para o grupo de pedreiros	89
FIGURA 38 – Determinação do perfil mediano das perdas auditivas induzidas pelo ruído para o grupo de armadores	90
FIGURA 40 – Determinação do perfil mediano das perdas auditivas induzidas pelo ruído para a população de carpinteiros	91

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 –	Grau de instrução por categoria profissional	29
TABELA 2 –	Níveis de pressão sonora em dB da cabine audiométrica e os exigidos pela norma ANSI S 3.1 (1977)	59
TABELA 3 –	Valores de níveis sonoros, em dB, para calibração de audiômetros	62
TABELA 4 –	Valores de coeficientes $a$	64
TABELA 5 –	Valores de $b_u$ e $b_l$ usados para determinar, respectivamente, as partes acima e abaixo de $H_Q$ da distribuição estatística	66
TABELA 6 –	Valores do multiplicador $K$ .	66
TABELA 7 –	Níveis equivalentes ( $L_{cq}$ ) e espectros sonoros de máquinas utilizadas por ajudantes gerais	75
TABELA 8 –	Espectros sonoros de máquinas usadas por ajudantes gerais em dB e respectivos níveis globais de pressão sonora (SPL) em dB(A) no ponto de operação.	76
TABELA 9 –	Níveis equivalentes ( $L_{cq}$ ) e espectros sonoros de máquinas utilizadas por pedreiros	76
TABELA 10 –	Espectros sonoros de máquinas usadas por pedreiros em dB e respectivos níveis globais de pressão sonora (SPL), em dB(A), no ponto de operação.	77
TABELA 11 –	Níveis equivalentes ( $L_{cq}$ ) e espectros sonoros de máquinas utilizadas por armadores	77
TABELA 12 –	Espectros sonoros de máquinas usadas por armadores em dB e respectivos níveis globais de pressão sonora (SPL), em dB(A), no ponto de operação	77
TABELA 13 –	Níveis equivalentes ( $L_{cq}$ ) de máquinas utilizadas por carpinteiros e nível de pressão sonora de impacto, (SPL), de martelos	78
TABELA 14 –	Espectros sonoros de máquinas usadas por carpinteiros em dB e respectivos níveis globais de pressão sonora (SPL) em dB(A) no ponto de operação.	78



## NOMENCLATURA

### Letras Latinas

H	- Limiar de audição devido a idade	[dB]
H'	- Perda auditiva total por atividade de cada grupo etário	[dB]
L	- Nível de pressão sonora	[dB]
N	- Perda auditiva induzida pelo ruído	[dB]
Q	- Percentil populacional	

### Letras Gregas

$\alpha$	- Período de exposição	[ano]
$\alpha_{(1)}$	- Período de exposição de um ano	[ano]

### Abreviações

EM	- Exposição média
FE	- Faixa etária
HTL	- Nível limiar de audibilidade mediano
HTLA	- Nível limiar de audição devido à idade
IM	- Idade média
IRF	- Índice de reconhecimento da fala
NIPTS	- Perda auditiva induzida pelo ruído
NR	- Norma regulamentadora
PAIR	- Perda auditiva induzida pelo ruído
SPL	- Nível de pressão sonora
SRT	- Limiar de recepção da fala
TTS	- Perda temporária de audição



## Siglas

AAOHNS	- American Academy of Otolaryngology, Head and Neck Surgery
ACGIH	- American Conference of Governmental Industrial Hygienists
AMA	- American Medical Association
ANAMT	- Associação Nacional de Medicina do Trabalho
ANSI	- American National Standards Institute
ASA	- American Standards Association
CLT	- Consolidação das Leis de Trabalho
IEC	- International Electrotechnical Commission
I S O	- International Organization for Standardization
INSS	- Instituto Nacional de Seguridade Social
OMS	- Organização Mundial de Saúde
SBFA	- Organização Brasileira de Fonoaudiologia
SECONCI	- Serviço Social da Indústria da Construção e do Mobiliário
SESI	- Serviço Social da Indústria
SINDUSCON	- Sindicato da Indústria da Construção
SOB	- Sociedade Brasileira de Otologia
SOBORL	- Sociedade Brasileira de Otorrinolaringologia
SOBRAC	- Sociedade Brasileira de Acústica
SP	- São Paulo
U.S.A.	- United States of America
USP	- Universidade de São Paulo
WCBO	- Workers Compensation Board

# 1 INTRODUÇÃO

## **1.1 Considerações gerais**

A atividade do trabalho transforma a matéria bruta em produtos que facilitam a vida humana, mas geralmente, ao mesmo tempo ela que cria benefícios, gera subprodutos ou agentes agressores que tendem a desequilibrar a relação entre o trabalhador e o meio ambiente.

Essa relação varia muito quando se trata de ambientes de trabalho onde se concentra uma diversidade de condições e operações cuja velocidade em que se alternam é muito maior que no ambiente natural, favorecendo o aparecimento de tais agentes.

Embora seja impossível manter uma relação perfeita entre o homem e o seu ambiente de trabalho livre de agentes agressores, afirma ASTETE, e KITAMURA (1980, p. 415), "mantê-los em níveis compatíveis com a preservação da saúde tem sido a atual filosofia dos técnicos da área conhecida como Saúde Ocupacional."

Com o atual crescimento acelerado da tecnologia, que atinge quase todas as atividades humanas, surgem inúmeras vantagens sócio-econômicas, porém dão origem a vários subprodutos ou efeitos nocivos à qualidade de vida, à segurança individual e coletiva, bem como doenças e incômodos que influenciam não só os ambientes de lazer e familiar, mas também as atividades e os locais de trabalho. Um desses subprodutos da tecnologia é o ruído, cuja importância se caracteriza por estar presente em quase todas as atividades humanas e também pelas características dos danos e incômodos que traz ao homem. Com efeito, são muitos os problemas decorrentes do ruído. KRITER (1970) relata dificuldades na comunicação, no sono, o surgimento do stress, a falta de concentração no trabalho, desordens físicas, dificuldades mentais e/ou emocionais e a surdez progressiva.

Influenciam na perda auditiva fatores ligados ao indivíduo, ao meio ambiente e ao próprio agente (ruído). Entre as características do agente que causam o aparecimento da doença, destacam-se a intensidade (nível de pressão sonora), o tipo (contínuo, intermitente, ou de impacto), a duração (tempo de exposição a cada tipo de agente) e a qualidade (frequência dos sons que compõem o ruído em análise). Também exerce influência nas perdas auditivas induzidas pelo ruído à suscetibilidade individual, que é uma característica de cada indivíduo e se expressa pela menor ou maior facilidade em desenvolver a doença quando exposto a determinada condição ambiental.

Os problemas do ruído são de tal ordem que a grande maioria das empresas responsáveis pela geração e transformação de matérias-primas em bens de consumo são, hoje, conforme PEREIRA (1978) "verdadeiros depósitos de surdos nos seus mais variados graus".

A Construção Civil não é exceção à regra, pelo contrário, notadamente nos países em desenvolvimento, o uso intensivo de máquinas cada vez mais velozes, tem tornado as tarefas dos trabalhadores deste ramo industrial mais ruidosa e, conseqüentemente, gerado perdas auditivas e outros efeitos em um número cada vez maior de trabalhadores. Esses danos não são, hoje, adequadamente avaliados pelas empresas e instituições governamentais. Existem razões econômicas sociais e técnicas que dificultam esta avaliação. Os trabalhadores da Construção Civil são, na sua maioria, pessoas simples que além de enfrentar condições penosas de trabalho não encontram proteção adequada à sua saúde e integridade física. Esta é uma das razões que motivou a realização desse trabalho. Outras razões foram: a irreversibilidade das perdas auditivas geradas pelo ruído e os efeitos danosos da doença sobre a qualidade de vida do trabalhador, e ainda, os efeitos diretos e indiretos dessa doença ocupacional sobre toda sociedade, já que é ela que absorve o ônus pecuniário de aposentadorias precoces.

### **1.1.1 O problema estudado**

Este trabalho busca analisar se os ruídos gerados nas atividades da Construção Civil, especificamente nas funções mais comuns, como: ajudantes gerais, pedreiros, armadores e carpinteiros são causa de perdas auditivas significativas. Para responder essa questão, em primeiro lugar, é necessário estudar o meio ambiente de trabalho e o homem que nele trabalha. Em segundo lugar, para o entendimento da problemática é necessário identificação das fontes sonoras utilizadas em cada função, levantamento e análise da exposição do trabalhador ao ruído delas decorrentes, bem como a avaliação dos espectros sonoros de cada fonte do ruído. Em terceiro lugar, para se saber qual o impacto do ruído sobre o aparelho auditivo do trabalhador, deve-se calcular alguns parâmetros estatísticos de um conjunto de dados audiométricos de indivíduos expostos ao ruído e de suas histórias de vida laboral e compará-los com o de um grupo de controle de indivíduos não expostos.

Finalmente, como forma de checar os resultados, pode-se confrontar as perdas induzidas pelo ruído, estimadas com bases nos resultados de campo, com aquelas

encontradas a partir dos dados audiométricos, para depois fazer uma análise da coerência entre elas.

## **1.2 Objetivos**

Os objetivos desse trabalho são:

- levantar as fontes sonoras que possam representar riscos auditivos em ajudantes gerais, pedreiros, armadores e carpinteiros e avaliar seus níveis de pressão e espectros sonoros quando utilizadas em tarefas típicas destas categorias profissionais;
- avaliar, por tarefa típica das categorias profissionais, a exposição ao ruído destes trabalhadores por meio de dosimetria;
- levantar as perdas auditivas induzidas pelo ruído (NIPTS) dos trabalhadores das categorias profissionais acima citadas;
- analisar as NIPTS em cada categoria profissional com base na exposição ao ruído medido em campo.

## **1.3 A Construção Civil**

Visando se apresentar o pano de fundo atual do problema da exposição ocupacional ao ruído no Setor da Construção Civil e as condições de sua origem e extensão é que, nesta dissertação, reservam-se algumas páginas para evidenciar o seu conceito, sua importância, suas características, bem como revelar o homem que nela labora.

A Construção Civil é um conjunto de atividades humanas voltadas a dar ao homem moradia, vias de transportes terrestres, auxílios fluviais por meio de pontes e plataformas e conforto por meio de construções de barragens e hidroelétricas, etc.; e abrange, cada dia mais, os meios urbanos, desertos, florestas, campos e até os mares.

SENF e PANTAROLLI (1997) classificam esse ramo industrial em setores: - construção pesada, montagem industrial, edificações e o setor de serviços especiais (e/ou auxiliares) que possuem atividades diferenciadas, destacando seu relacionamento com os outros três segmentos abaixo discriminados.

### **a) Construção pesada**

- Obras viárias (rodovias, ferrovias, hidrovias e serviços portuários).
- Obras hidráulicas (barragens, sistema de saneamento, irrigação e drenagem) - Obras de urbanização (logradouros públicos e paisagismo)
- Obras diversas (terraplanagem, minas, poços e galerias).

## **b) Montagem industrial**

- Implantação de indústrias de transformação (montagem de estruturas mecânicas, elétricas, eletrônicas)
- Sistema de exploração e transporte de recursos minerais - Sistema de geração e transmissão de energia
  - Sistema de comunicação.

## **c) Edificação**

- Construção de edifícios residenciais; - Construção de edifícios comerciais;
- Construção de edificações modulares verticais e horizontais (conjuntos habitacionais);
- Edificações industriais.

### **1.3.1 Importância da Construção Civil**

A Indústria da Construção Civil marca a sua importância, não só como meio de absorção de mão-de-obra, mas também pela execução de obras de infra-estrutura que permitem escoar a produção (tanto de insumos como de bens finais) por meio de rodovias, ferrovias, linhas de transmissão de energia elétrica, etc. De acordo com WERNEK (1978, p.14) "ela não só concede o crescimento industrial (expansão da capacidade instalada) e permite a distribuição de bens a menores custos, como também tem um papel relevante na canalização dos benefícios decorrentes de maior industrialização da sociedade como um todo via maior oferta de infraestrutura social - escolas, hospitais, moradias, rede de água e esgotos etc."

A maior oferta de bens e serviços tem incentivado o crescimento urbano por meio da migração. Essa transferência da população do campo para a cidade, por sua vez, re-alimenta a Construção Civil mediante demanda por novas moradias e serviços.

Esse processo contínuo tem contribuído para a diminuição da população do campo, trazendo sérios problemas aos centros urbanos, especialmente nas relações de trabalho, nas quais encontramos um número crescente de desempregados, em pregados sem os vínculos trabalhistas legais, e/ou expostos a condições insalubres/perigosas. Estas condições resultam em sérios prejuízos na saúde do trabalhador que se revelam por meio dos acidentes de trabalho e doenças ocupacionais. Contabilizam-se entre as doenças ocupacionais as lombalgias, decorrentes da incompatibilidade entre a tarefa a ser executada e o homem que a executa, as perdas auditivas decorrentes do ruído, câncer por exposição a agentes como o amianto, radiações ionizantes e benzeno, entre muitas outras.

Para melhor avaliar os prejuízos à saúde do trabalhador é necessário que se tenha em mente, exatamente, qual o campo coberto pela Construção Civil, quais as atividades exercidas no seu âmbito, qual o nível de mecanização e quais as características da mão-de-obra envolvida; isto é: - de onde vem, seu nível social, econômico e cultural; seus usos e costumes, suas ambições. Também é necessário detectarem se as características específicas da relação de trabalho representadas pelos contratos temporários, ritmos acelerados, rotatividade da mão-de-obra, variações em razão da marcha dos trabalhos e das etapas das obras. Aspectos psicológicos podem

ter importância relevante, porque ao homem que tudo constrói é vedado o gozo da obra de suas mãos, causando-lhe eterna frustração. Esta proibição decorre do próprio modo de produção adotado pela Construção Civil que é baseado no fracionamento da divisão do trabalho. Esse fracionamento não permite ao trabalhador a satisfação de ver uma obra acabada gerada pelo seu trabalho o que dificulta a sua alto-valorização.

### **1.3.2 Características da Construção Civil**

AGUIAR (1996), na sua dissertação de mestrado "Agressões Posturais e qualidade de Vida na Construção Civil: Um Estudo Multicasos" relata: - "o que se percebe em grande maioria é um modelo de produção Taylorista, basicamente artesanal. A mão do trabalhador e o uso de ferramentas rudimentares estão presentes em cada etapa, caracterizando-se como uma atividade nômade, diferentemente da indústria estática." Embora a visão desse autor não esteja errada, sabe-se que a mecanização das tarefas e as novas técnicas construtivas, nestes últimos dez anos, alteraram em muito o ritmo da Construção Civil.

O ritmo das obras segue as imposições mercadológicas e financeiras, de tal maneira que o lançamento das mesmas, freqüentemente, é feito antes mesmo dos projetos básicos estarem concluídos. Os cronogramas são, muitas vezes, prorrogados em razão da viabilidade financeira, dos problemas com fornecedores de produtos, da variação da mão-de-obra ou rotatividade e de problemas técnicos não previstos no planejamento.

A alta rotatividade da mão-de-obra empregada na Construção Civil é um dos fenômenos mais marcantes deste ramo de indústria. Em geral, atribui-se o elevado índice de rotatividade do setor a uma manifestação intrínseca à dinâmica do processo produtivo. No entanto, ainda que a natureza do produto e as características do processo produtivo (realização de etapas bem definidas com a participação de diversas equipes de trabalho) influenciem e condicionem a rotatividade da mão-de-obra, não se constituem em seus determinantes exclusivos. No processo de contratação, por exemplo, a capacidade do trabalho do operário é avaliada após a sua inserção no processo produtivo e, desta maneira, sua permanência na empresa dependerá de um período de experiência no qual deverá comprovar as suas habilidades.

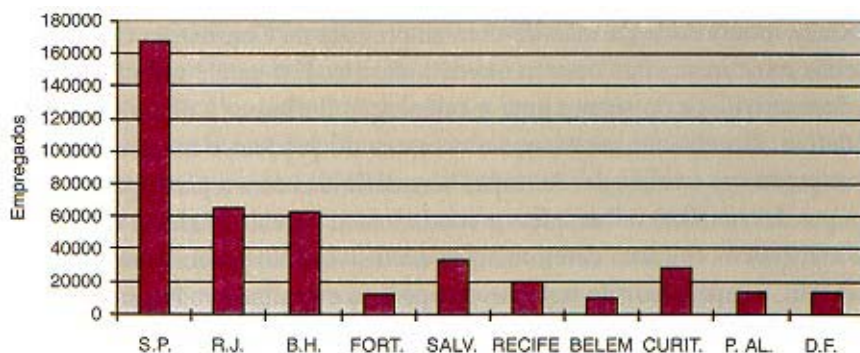
A rotatividade é também influenciada por períodos de crescimento econômico, nos quais o processo de seleção do trabalhador tende a tornar-se bem mais flexível, em razão das condições de trabalho nos canteiros de obra e pelo relacionamento entre supervisores e operários. Da parte do operário, a questão salarial é um dos principais elementos que o induzem ao pedido de demissão. Isto se dá em especial quando surge ao longo do processo produtivo alguma possibilidade concreta de um novo emprego que ofereça melhor remuneração. Esta demissão para o empregador é menos onerosa, e, em conseqüência, facilitada, visto que deixa de pagar ao empregado vários direitos que pagaria se a dispensa fosse por sua determinação.

#### 1.4 O trabalhador da Construção Civil

No Brasil, a Construção Civil é apontada como uma alavanca para o crescimento e desenvolvimento, especialmente pelo grande contingente de trabalhadores que emprega. Todavia, este contingente sofre grandes flutuações, de acordo com o desenvolvimento econômico do país. Em períodos de crescimento, trabalhadores são recrutados das regiões rurais ou mesmo dos estados mais pobres para trabalhar sem nenhuma experiência e treinamento, razão porque são expostos a agentes agressivos e às más condições de trabalho desta atividade econômica.

Nacional do SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA - SESI, no período de novembro de 1990 a janeiro de 1991, realizou um "Diagnóstico da mão-de-obra do setor da Construção Civil". Este diagnóstico baseou-se em informações contidas em periódicos, bibliografia específica e em dados obtidos mediante a aplicação de um questionário para 2166 trabalhadores da Construção Civil, amostrados nas nove regiões metropolitanas do País e no Distrito Federal. Foram entrevistadas, também, várias lideranças sindicais representativas dos trabalhadores e dos empresários.

Os resultados evidenciaram uma população trabalhadora voltada às obras de edificações e de saneamento centralizadas, especialmente em São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, como mostra a Figura 1.



**FIGURA 1** - Número de empregados da construção civil, segundo regiões metropolitanas e Distrito Federal - 1988

FONTE - SESI(1991). p. 41.

### 1.4.1 Características Gerais da Mão-de-obra

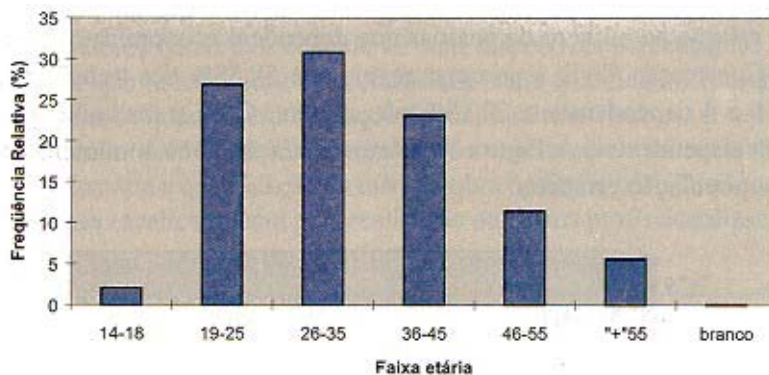
Outro resultado importante do diagnóstico foi o levantamento das características da mão-de-obra da Construção Civil, muitas delas importantes para o estudo das perdas auditivas induzidas pelo ruído. A seguir apresentamos um resumo do diagnóstico do SESI(1991).

#### 1.4.1.1 Sexo

A Construção Civil destaca-se entre as atividades econômicas como aquela que apresenta maior predominância masculina. O estudo do SESI chegou a um percentual de 98,56%. Isto decorre da própria atividade e da legislação vigente, especialmente da Consolidação das Leis do Trabalho - CLT. O artigo 390, por exemplo, veda ao empregador a contratação de mulher em serviços que demandem o emprego de força muscular superior a vinte quilos, para trabalho contínuo, ou vinte e cinco quilos, para trabalho ocasional. O trabalho da mulher praticamente se restringe às atividades administrativas e de limpeza.

#### 1.4.1.2 Idade

No tocante à idade, verifica-se maior concentração de trabalhadores na faixa etária de 19 a 25 anos (26,86%) e de 26 a 35 anos (30,78%). A idade média observada foi 34 anos.



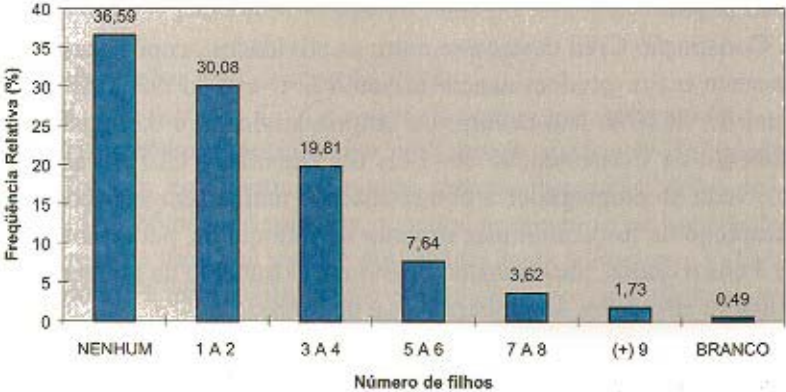
**FIGURA 2** - Idade dos trabalhadores da Construção Civil  
FONTE: SESI(1 991). p. 49.

#### 1.4.1.3 Estado civil e composição familiar

Os dados da pesquisa revelaram uma maioria de trabalhadores casados ou gozando de união estável (60,62 %). Foi também significativo o número de solteiros (35,15%), em função do perfil predominantemente jovem da população investigada.



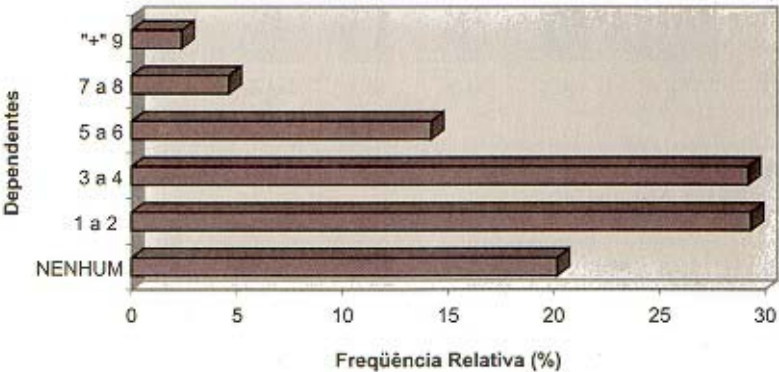
O Estudo revelou, ainda, uma média de 2 filhos em relação ao número total de entrevistados, fato este que vai contra a crença que no Brasil existe um número elevado de filhos, especialmente nas famílias de baixa renda. De acordo com o SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA (1991, p. 51), a mesma média foi confirmada pela Pesquisa Nacional de Amostragem por Domicílio de 1988.



**FIGURA 3** - Número de filhos dos trabalhadores da Construção Civil  
 FONTE - SESI(1 991), p. 52.

**1.4.1.4 Dependentes**

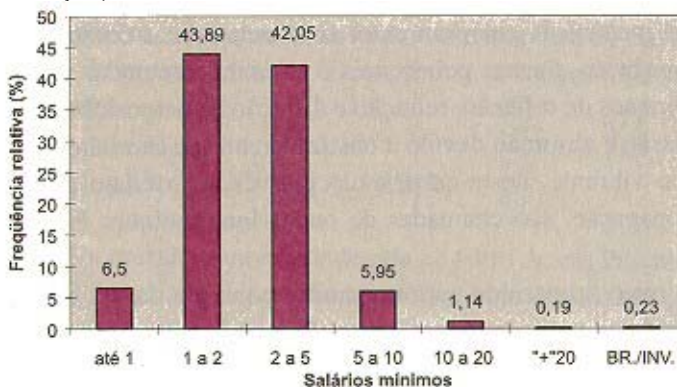
Em relação ao número de pessoas que dependem economicamente dos operários da Construção Civil, a pesquisa revela que 58,53% dos trabalhadores possuem de 1 a 4 dependentes e 20,15% não os têm. Cada trabalhador possui, em média, três dependentes. A figura. 4 mostra a relação entre o número de dependentes e a população estudada.



**FIGURA 4** - Número de dependentes dos trabalhadores da Construção Civil  
 FONTE - SESI(1 991) modificado p.53.

### 1.4.1.5 Composição Salarial

A composição salarial, mostrada na Figura. 5- deixa claro que mais de 50 % dos trabalhadores da Construção Civil percebiam, até 1991, rendimentos menores ou iguais a 2 (dois) salários mínimos e mais de 90%, menos que 5 salários míni mos. Esta situação não foi muito alterada conforme pode ser visto em pesquisa realizada pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil - SINDUSCON, em Janeiro de 1998 (anexo 1 desta dissertação).



**FIGURA 5** - Composição salarial dos trabalhadores da Construção Civil.  
**FONTE** - SESI(1 991). p.74.

### 1.4.1.6 Grau de Instrução

A tabela 1 mostra o resultado do grau de instrução por categoria profissional por meio de valores numéricos seguido de suas respectivas percentagens. Observa-se nesta tabela que mesmo para os profissionais mais qualificados (encarregados e mestres de obras), o grau de escolarização formal também é baixo, ou seja, 52% dos mestres de obra e 66,66% dos encarregados não concluíram o primeiro grau. É importante ressaltar que a qualificação da mão-de-obra da Construção Civil ocorre, ainda que em pequena escala, também pela realização de cursos profissionalizantes.

**TABELA 1** - Grau de instrução por categoria profissional

categoria	nenhum		1ºgrau incompleto.		1ºgrau completo.		2ºgrau incompleto.		2ºgrau completo.		sup. Incompl.		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
servente	114	26,5	264	61,4	40	9,3	11	2,55	1	0,2	—	—	430	100
ajudante	60	27,4	128	58,4	17	7,8	12	5,5	2	1,0	—	—	10,0	100
pedreiro	66	22,0	198	66,0	27	9,0	8	2,66	1	0,3	—	—	300	100
carpinteiro	55	24,8	144	64,9	19	8,55	3	1,4	1	0,4	—	—	222	100
encarregado	7	6,7	60	60,0	20	19,0	7	6,7	7	6,7	1	1,0	105	100
Mest./obras	3	7,9	17	44,7	12	31,6	4	10,5	1	2,63	2	2,6	39	100
<b>total</b>	<b>305</b>	<b>23,2</b>	<b>814</b>	<b>61,9</b>	<b>135</b>	<b>10,5</b>	<b>45</b>	<b>3,4</b>	<b>13</b>	<b>1,0</b>	<b>3</b>	<b>0,2</b>	<b>1331</b>	<b>100</b>

**FONTE** - SESI(1991) p. 117.

## 1.5 A natureza do som

O som como fenômeno físico tem natureza de onda mecânica, ou seja, precisa de um meio elástico para se propagar. Uma onda é definida como uma perturbação em um meio a partir de uma condição de equilíbrio que se propaga durante um intervalo de tempo no espaço. O aspecto fundamental do movimento ondulatório é que ele consiste de um mecanismo de transferência de energia de um ponto para o outro, sem que haja transferência de matéria entre os pontos.

As ondas mecânicas guardam entre si características comuns como: mecanismos de propagação, formas pelas quais o caminho das ondas são alterados em razão dos fenômenos de reflexão, refração e difração, superposição de duas ou mais ondas, transmissão e absorção devido a obstáculos no seu caminho. Quando as partículas do meio vibrante, neste caso, moléculas de ar, oscilam paralelamente na direção de propagação, são chamadas de ondas longitudinais. Este é o caso das ondas sonoras.

O ar é o meio apropriado para transmitir a energia dessas ondas aos nossos ouvidos os quais, por meio de mecanismos eficientes, captam e transformam a sua energia em sinais elétricos que são interpretados pelo cérebro como mensagens vindas do exterior. O trabalho cerebral dá ao fenômeno sonoro também uma natureza subjetiva.

Embora seja o ouvido um órgão muito eficiente, existem limites à audição. Estes limites estão relacionados com a oscilação da pressão sonora causada por uma fonte em torno da pressão atmosférica e com a frequência na qual é emitida. Assim podemos definir o som como energia na forma de ondas mecânicas longitudinais audíveis que se propagam através de um meio elástico. São audíveis os sons de frequências entre 20 Hz a 20.000 Hz. Abaixo e acima deste intervalo as oscilações são denominadas, respectivamente, infra e ultra-sons. Convém ressaltar que estes limites variam de pessoa para pessoa e existem autores que preferem adotar outros intervalos de frequências audíveis.

Outro limite para audição é faixa de pressão sonora audível. Esta abrange uma faixa muito grande de valores de variações de pressão da pressão atmosférica., isto é, entre  $2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$  e  $20.000.000 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$ , o que torna difícil o seu manuseio numa escala linear. Assim, geralmente, é usual a utilização de níveis de pressão sonora em vez de pressão sonora. Entre essas magnitudes existe uma relação ou escala logarítmica que é representada pela equação 1.1. Dada uma pressão sonora, dobrá-la equivale a um incremento de seis dB no nível de pressão sonora anterior. A unidade usual de nível de pressão sonora é o decibel (dB).

Define-se o nível de pressão sonora ( $L_p$ ), em decibéis, correspondente a uma pressão sonora  $p$ , pela seguinte relação:

$$L_p = 10 \times \log p^2/p_0^2 = 20 \times \log p/p_0 \text{ dB} \quad 1.1$$

onde:  $p_0$  é a pressão de referência igual a  $U,00002 \text{ N/m}^2$ .

Todavia como o ouvido não tem uma resposta linear quando excitado pela pressão sonora, foram criadas curvas de respostas do ouvido em relação aos  $L_p$  denominadas curvas A, B, C e D. As primeiras três curvas pretendiam, respectivamente, simular os contornos nos níveis de 40, 70, e 90 fons (nível em dB a 100 Hz). Mas tarde, porém, adotou-se a curva A como resposta do ouvido em todas as faixas de níveis de pressão sonoras. Desta forma, a equação 1.1 pode ser escrita da seguinte maneira:

$$L_{pA} = 10 \times \log p^2/p_0^2 = 20 \times \log p/p_0 \text{ dB (A)} \quad 1.2$$

onde:  $p_A$  é a pressão sonora ponderada no filtro A, em Pascal.

A curva D foi criada depois destas três, e hoje é utilizada para estudos na aviação.

Embora os conceitos acima sejam suficientes para o estudo do efeito físico da audição, não bastam para explicar as perdas auditivas induzidas pelo ruído. Essas dependem também do tempo de exposição aos níveis sonoros nocivos, daí se acrescentar a este trabalho os conceitos de exposição, nível equivalente e nível normalizado.

Entende-se por exposição sonora ponderada A,  $E_{AT}$  a integração no tempo das pressões sonoras ponderadas A ao quadrado em um período de tempo determinado.

$$E_{A,T} = \int_{t_1}^{t_2} P_A^2(t) dt \quad 1.3$$

onde:  $P_A(t)$  é a pressão acústica instantânea ponderada no filtro A no período de tempo T começando em  $t_1$ , e terminando em  $t_2$ . O período T, medido em segundos, é usualmente escolhido como sendo aquele que cobre um dia inteiro de exposição ocupacional ao ruído ( usualmente 8 horas, ou 28.800 segundos) ou, ainda um longo período determinado, por exemplo, uma semana de trabalho.

O nível equivalente, por sua vez, é o nível, em decibéis dado pela equação:

$$L_{eq} = 10 \log [1/(t_2-t_1) \int (P_A^2(t) / p_0^2) . dt] \quad 1.4$$

onde:  $t_2-t_1$  é o período T no qual a avaliação é feita, começando em  $t_1$  e terminando em  $t_2$ .

Para facilitar os estudos de exposição, foi criado o nível de exposição normalizado ao ruído para jornada de trabalho diária de 8 horas, o qual é expresso pela seguinte equação:

$$L_{EX^{8h}} = Leq + 10 ]\log(te/to) \quad 1.5$$

onde:

te é a duração efetiva do dia de trabalho

to é a duração de referência (=8 horas).

## 1.6 O ouvido humano

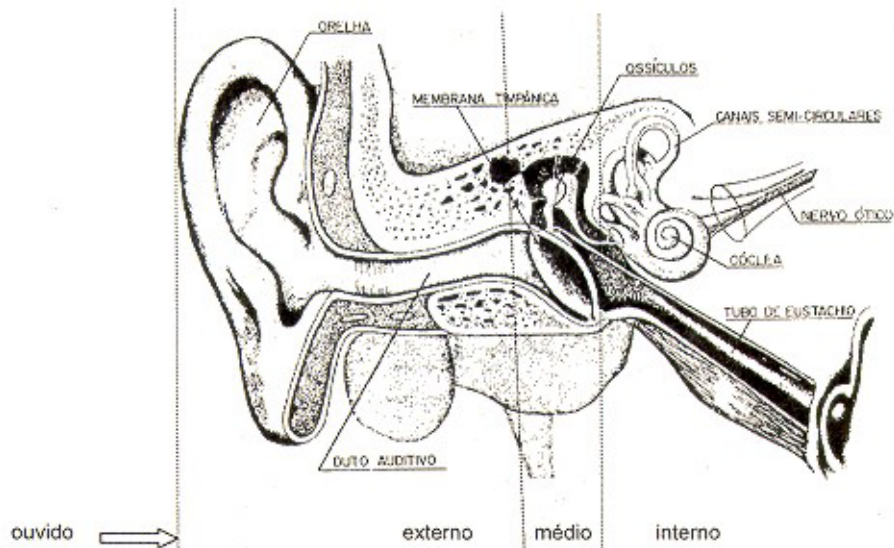
O Homem possui faculdades especiais que lhe dão primazia entre todos os outros seres existentes. Pode o homem pensar e, por meio do pensamento, criar, inovar e refazer a natureza adaptando-a às suas necessidades. A matéria do seu pensamento vem do mundo posto, da realidade, a qual é apreendida pelos seus sentidos: tato, visão, olfato, paladar, e audição. Faltando-lhe um dos sentidos, faltalhe a possibilidade de apreender a realidade na sua plenitude.

Cada uma destas faculdades possui mecanismos próprios de funcionamento, mas todas encaminham o material dos sentidos ao cérebro que o decodifica e o interpreta. Assim, quanto mais aguçado o sentido, mais largo será o entendimento e o poder de criação do homem.

O ouvido humano é o órgão responsável pela captura dos sons da natureza fazendo-o com uma precisão maior que qualquer mecanismo criado pelo Homem. Comparativamente aos olhos, o ouvido é dez vezes mais sensível. Enquanto aqueles são sensíveis à luz na faixa de uma oitava de frequência ( $3,85 \cdot 10^{14}$  Hz até  $7,90 \cdot 10^{14}$  Hz), o ouvido é de dez oitavas (20 Hz a 20000 Hz). NEPOMUCENO (1977), ilustrativamente, ensina: "Comparativamente, é uma balança que mede, com igual precisão, desde um grama até a tonelagem transportada anualmente no mercado internacional. E sem trocar de escalas, o que é mais importante". Sua sensibilidade é tamanha que numa pressão de  $2 \cdot 10^{-5}$  N/m<sup>2</sup>, isto é, no limiar de audibilidade, o deslocamento do tímpano é da ordem de  $10^{-6}$  mm, dimensão próxima do diâmetro do átomo do hidrogênio. Além disso, o ouvido distingue entre 3 a 4 mil tons diferentes realizando a análise espectral em um intervalo de tempo da ordem de 0,020 s. Quanto à intensidade sonora o intervalo é ainda maior. Entre o limiar de audição e o limite superior da sensação auditiva há uma variação de  $10^{-12}$  W até  $10^2$  W. Portanto há uma relação mínima de  $10^{14}$  entre os extremos de sensibilidade. Estas características marcam a importância do ouvido não só pela sua sensibilidade, mas especialmente como órgão responsável pela apreensão de grande parte da realidade vivida.

### 1.6.1 Estrutura e funcionamento do ouvido

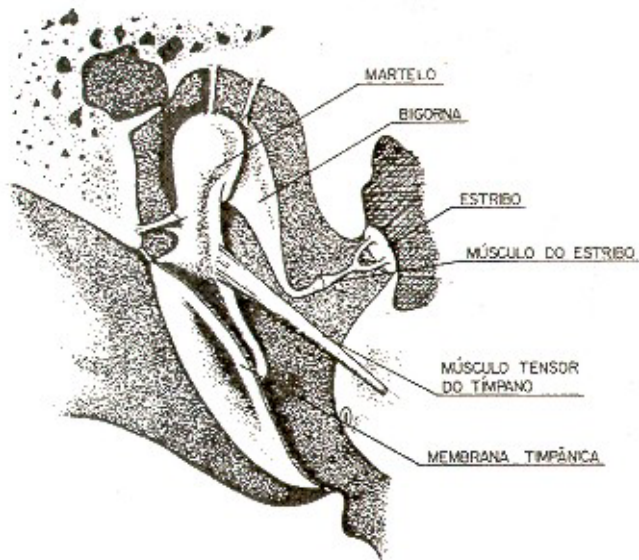
Didaticamente o ouvido divide-se em três partes: ouvido externo, médio e interno, conforme Figura 6.



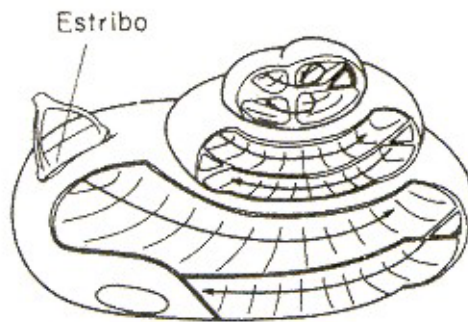
**FIGURA 6** - Corte esquemático do ouvido

FONTE – NEPOMUCENO (1977). p. 85

O ouvido externo é formado pelo pavilhão auditivo, canal auditivo e tímpano. O pavilhão auditivo tem forma afunilada para coletar e transmitir as ondas sonoras as quais fazem vibrar o tímpano. O ouvido médio, Figura 7, é constituído por uma cavidade na qual encontram-se a cadeia de ossículos: martelo, bigorna e estribo, além do músculo tensor do tímpano e músculo do estribo. Atua como um amplificador sonoro, aumentando as vibrações do tímpano por meio das ligações da cadeia dos ossículos e da relação de áreas das membranas timpânica e oval. A janela oval, membrana que separa o ouvido médio do interno, excitada pelo estribo transmite a vibração à cóclea. A cóclea, Figura 8, é uma espiral cônica formada por três tubos lado a lado. Os tubos de cima e de baixo comunicam-se com o ouvido médio através da janela oval e janela redonda, respectivamente. Ambos os tubos são cheios de um líquido chamado perilinfa. O tubo do central, denominado também, duto coclear, é cheio de um outro fluido chamado endolinfa.



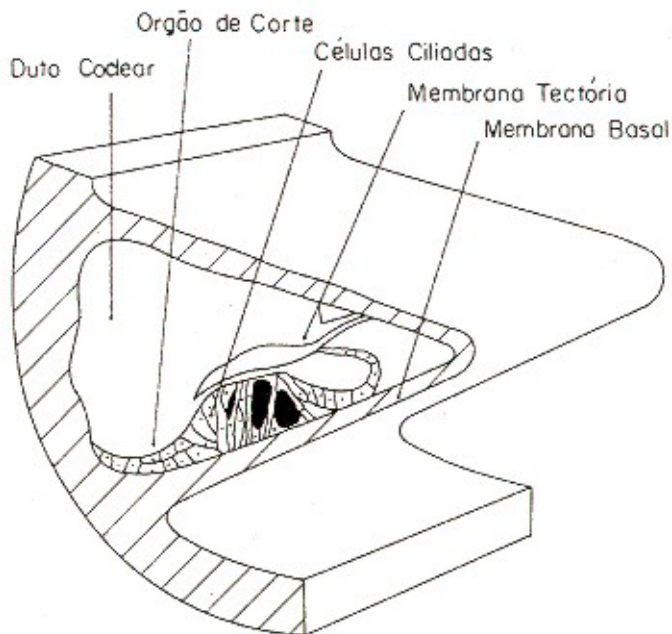
**FIGURA 7** - Disposição dos óssículos  
**FONTE** - NEPOMUCENO (1977), p. 86



**FIGURA 8** - A cóclea e os dutos  
**FONTE** - GERGES (1992), p. 45

Na cóclea, a vibração é transmitida até o órgão de Corti, Figura 9, situado na porção basilar do duto coclear. O órgão de Corti é formado por células nervosas denominadas células ciliares que excitadas geram sinais elétricos que são transmitidos, por meio do nervo ótico, para o cérebro que os decodifica e os interpreta como mensagem sonora.





**FIGURA 9 - Corte da cóclea**

FONTE: GERGES (1992). p. 45

### **1.7 Classificação das perdas auditivas**

Embora as perdas auditivas possam ter várias origens diferentes, neste trabalho dar-se-á destaque às perdas induzidas pelo ruído. Essas instalam-se dentro do ouvido interno quando em decorrência do ruído excessivo há perdas de células ciliares do órgão de Corti. A Figura 10 mostra estágios do desenvolvimento da doença.

Apesar dos atuais avanços na Otologia, há um grande vácuo no conhecimento das causas últimas de alguns tipos de perdas auditivas. Felizmente, mesmo ignorando a causa, determinando-se o local do dano no sistema auditivo pode-se decidir pelo melhor caminho de tratamento e de prognóstico.

As causas de perdas auditivas são determinadas mediante cuidadoso histórico da vida laboral do trabalhador, exames médicos clínicos e laboratoriais. Estes testes possibilitam ao profissional quantificar e identificar o local do dano auditivo. SATALOFF (1966, pag. 5), classificou as perdas auditivas, de acordo com o ponto de falha na transmissão sonora, em: condutivas, neurosensoriais, centrais, funcionais ou uma mistura destas.

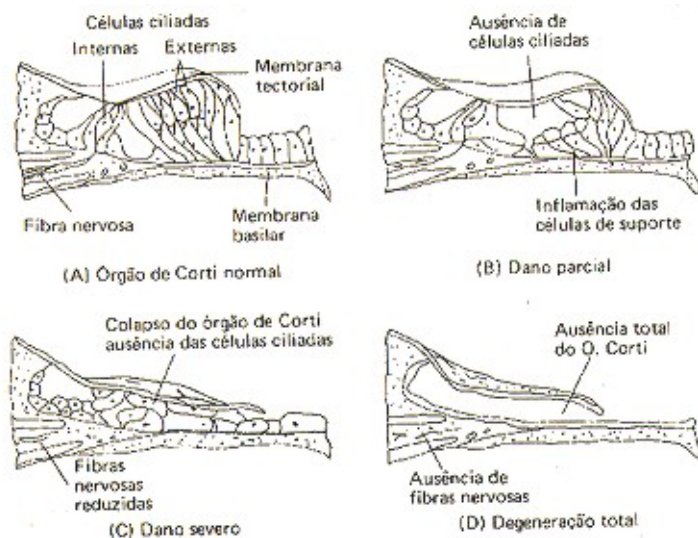
Nas perdas condutivas, o dano é encontrado em uma das seguintes estruturas: duto auditivo externo, ouvido médio ou tubo de Eustáquio. Se encontrado no ouvido médio, o dano pode envolver, por exemplo, a articulação dos ossículos, Figura 6.



Nas perdas auditivas neurosensoriais, o dano acontece no ouvido interno ou no nervo auditivo.

Nas perdas auditivas centrais o dano é situado no sistema nervoso central. Nos desvios auditivos funcionais não há dano orgânico detectável na transmissão auditiva, mas a causa é algum problema emocional ou psicológico. Frequentemente, dois ou mais tipos de perdas auditivas estão presentes em um indivíduo caracterizando as perdas auditivas mistas. Entretanto, para fins práticos, este termo é usado apenas quando perdas auditivas condutivas e neurosensoriais estão presentes no mesmo ouvido.

Dessa forma, interessa diferenciar as perdas auditivas condutivas e neurosensoriais, já que os audiogramas utilizados como fonte de dados nesta dissertação apresentam dois tipos de testes: - audiometria aérea e óssea as quais, analisadas conjuntamente, definem o local do dano no ouvido.



**FIGURA 10 - Órgão da cóclea: (A) Normal, (B,C,D) Danificada**  
FONTE: GERGES (1992). p. 48

### a) Perdas auditivas condutivas

No caso de perdas auditivas condutivas, as ondas sonoras não são transmitidas efetivamente para o ouvido interno por causa de alguma interferência no canal auditivo, no tímpano, na cadeia de ossículos, na cavidade do ouvido médio, na janela oval ou no tubo de Eustáquio. Já que a função do ouvido médio é transmitir a energia sonora eficientemente e que a função do tubo de Eustáquio é a de manter a equalização da pressão entre a cavidade do ouvido médio e a do canal auditivo, as perdas condutivas podem resultar de danos de alguma dessas partes do sistema.

Neste caso não há dano no ouvido interno ou nas vias nervosas. Esta é a principal diferença que as distingue das perdas auditivas neurosensoriais, as quais afetam o ouvido interno ou o nervo auditivo, ou ainda, ambos.

Nas perdas auditivas condutivas o paciente apresenta melhor prognóstico do que nas perdas neurosensoriais, porque as modernas técnicas tornam possível a cura ou, pelo menos, a melhora na grande maioria dos casos em que o dano é no ouvido externo ou no médio.

#### **b) Perdas auditivas neurosensoriais**

O termo neurosensorial foi introduzido para substituir os termos *perceptive deafness* e *nerve deafness*. Esta característica dualista sugere que duas áreas separadas podem ser afetadas. O termo perda auditiva sensorial ou coclear é aplicado quando o dano é localizado no ouvido interno. Perdas auditivas neurais é o termo correto quando o dano é no nervo auditivo propriamente dito.

WARD (1977) classificou as perdas auditivas sensoriais em termos de causa provável da seguinte forma:

- a) presbiacusia ou perda causada pelo processo de envelhecimento;
- b) nosoacusia, ou perdas atribuídas às outras causas, como doenças hereditárias progressivas e doenças como rubéola, caxumba, doença de Ménière, drogas e substâncias ototóxicas, barotraumas e pancadas na cabeça;
- c) perdas auditivas induzidas pelo ruído as quais podem ser subdivididas em: c.1) perdas auditivas industriais causadas por exposição ao ruído no trabalho; c.2) socioacusia ou perda atribuída aos ruídos do dia a dia.

Embora estas causas de perdas auditivas sensoriais possam ser estudadas separadamente em animais de laboratório, no homem elas estão inevitavelmente misturadas.

Assim, para determinar quanto do dano foi produzido por um ambiente industrial ruidoso específico, a audição do grupo de trabalhadores deve ser comparada com a de um grupo de controle de indivíduos que nunca tenham trabalhado em um ambiente industrial, mas que sejam semelhantes aos trabalhadores expostos, não apenas na idade, mas também no histórico de exposição a socioacusia e influência da nosoacusia.

Idealmente, para cada trabalhador exposto ao ruído precisaríamos de um indivíduo de controle de mesma idade, com os mesmos hobbies ruidosos, exposto às mesmas doenças e substâncias industriais; todavia, isto seria muito dispendioso, senão impossível.

Na prática, em geral, os limiares auditivos dos trabalhadores expostos ao ruído são comparados com os do grupo de controle (não expostos), de mesma atividade ou, ainda, com um conjunto de limiares de audição que seja indicativo dos limiares "típicos" das pessoas de mesma idade. Isto porque, se os indivíduos dos

dois grupos vivem na mesma região, algumas influências da socioacusia e nosoacusia podem, na média, ser as mesmas em ambos os grupos. As dúvidas sobre esta questão devem ser dissipadas após os trabalhadores responderem um questionário que confirme que os grupos são comparáveis na exposição a doenças, armas de fogo, hobbies, música alta, drogas ototóxicas, pancadas na cabeça, etc.

Para prevenir conclusões errôneas, deve-se ter em mente que todos os detalhes dos procedimentos audiométricos usados para testar a audição dos trabalhadores expostos ao ruído sejam os mesmos que foram usados no teste de pessoas que deram origem às normas estabelecidas, ou seja: tipo de audiômetro, calibração, instruções, procedimentos, ordens das frequências testadas, critérios de limiares definidos, etc.

### **1.8 Perda auditiva induzida pelo ruído ocupacional**

A perda auditiva induzida pelo ruído de origem ocupacional, conhecida na literatura inglesa como *noise-induced permanent threshold shift* (NIPTS), pode ser definida como uma perda neurosensorial, bilateral, cumulativa que se manifesta com o passar dos anos. É resultante da exposição crônica ao ruído de níveis de pressão sonora compreendidos entre 80 a 120 dB(A) nos ambientes de trabalho. Aloja-se no ouvido interno, na cóclea, por meio da destruição de células sensoriais (células ciliares externas) que são substituídas por células de sustentação formando cicatrizes.

CONRAUX (1990) define as NIPTS como "surdez de percepção, bilateral, sensivelmente simétrica embora discreta assimetria possa ser encontrada e que atinge, preferencialmente, a frequência de 4000 Hz, estendendo-se então às demais frequências".

SANTINO (1995), por sua vez, acrescenta mais detalhes a esta definição descrevendo-a como sendo um quadro auditivo que se caracteriza por perda neurosensorial, que atinge inicialmente as frequências de 3000 e 4000 Hz e que, progressivamente, intensifica-se nestas frequências e estende-se às frequências de 2 e 6 KHz, formando uma curva característica, denominada inicialmente de "entalhe" e nos casos mais graves de "gota acústica". Esta alteração é progressiva enquanto durar a exposição não se tendo, até o momento, conhecimento sobre a reversibilidade da lesão.

A progressão da NIPTS já foi demonstrada nos trabalhos de GLORIG, WARD e NIXON (1961) e MILLER (1972).

#### **1.8.1 Distinção entre presbiacusia e perdas auditivas induzidas pelo ruído.**

Conforme KWITKO (1993), "a presbiacusia é a perda progressiva da audição causada por alterações patológicas devido a idade. Fatores intrínsecos (predisposição genética), e extrínsecos, como exposição ao ruído e condições clínicas

(diabete, altos níveis de lipídios no sangue e alterações cardiovasculares), contribuem para a perda auditiva que surge com o avanço da idade."

Estudos têm revelado que a distinção entre perdas auditivas induzidas pelo ruído, NIPTS, e presbiacusia pode ser observada audiometricamente. A NIPTS revela-se por meio de uma gota ou entalhe nas frequências audiométrica vizinhas a 4000 Hz. Testes nas frequências iguais ou superiores a 8000 Hz mostram menores perdas induzidas pelo ruído que em 4000 Hz. Ao contrário, na presbiacusia as altas frequências são invariavelmente mais afetadas do que as médias e baixas.

### **1.8.2 A problemática das determinações das perdas auditivas induzidas pelo ruído**

O problema da surdez ocupacional é complexo, porque a sua instalação e grau dependem da suscetibilidade individual do trabalhador, das características do ruído e da exposição de cada indivíduo. Não bastasse isso, ainda hoje se discute sobre o referencial para medir as NIPTS. A seguir, para melhor entendimento do problema, apresentam-se algumas questões de cunho metodológico relacionando o agente produtor das NIPTS: - o ruído e o trabalhador que a sofre, bem como das dificuldades de caracterizar o que seria uma audição normal ou típica.

#### **1.8.2.1 O ruído como fonte de perdas auditivas do trabalhador**

De acordo com WARD (1986), a primeira vista, o problema de proteção dos trabalhadores contra a perda induzida pelo ruído, NIPTS, pode parecer simples. Em suas palavras:- "Seria necessário apenas determinar a relação entre a exposição ao ruído e a NIPTS por ela gerada e então limitar a exposição a um NIPTS aceitável. A simplicidade, porém, é ilusória. Ambos, exposição ao ruído e NIPTS são parâmetros multidimensionais e, ainda hoje, se discute sobre qual deve ser a NIPTS aceitável."

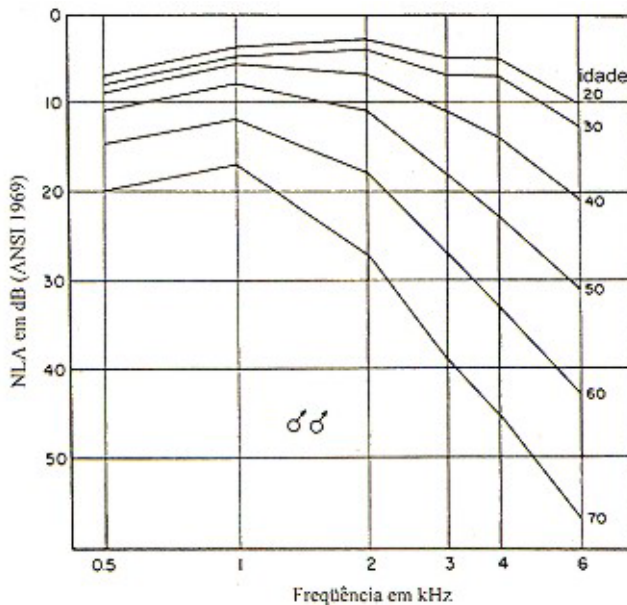
Existe uma gama muito grande de ruídos. Podem ser de banda estreita ou larga de frequência, de frequência constante ou variável, impulsivo ou de impacto, de curta ou longa duração. Podem ainda ser de níveis contínuos ou flutuantes, regulares ou irregulares. Sinteticamente as exposições ao ruído variam na frequência, intensidade e padrão temporal.

Da mesma forma, perdas induzidas pelo ruído dependem não apenas das frequências, mas também da suscetibilidade individual da pessoa avaliada. WARD (1986) descreve vários fatores que influenciam a suscetibilidade individual, entre eles: o mecanismo de condução sonora, características do ouvido interno, sexo, cor da pele, idade, vícios, hábitos, etc. A seguinte pergunta elaborada, por este autor expressa bem as dificuldades: - "quanto de mudança permanente no limiar de audição, na frequência, F é causada num indivíduo médio do sexo G, cor de pele

P, e nível de limiar de audibilidade inicial de tantos dB, numa exposição de T anos ao ruído de espectro S, no nível de intensidade L e padrão temporal P? "

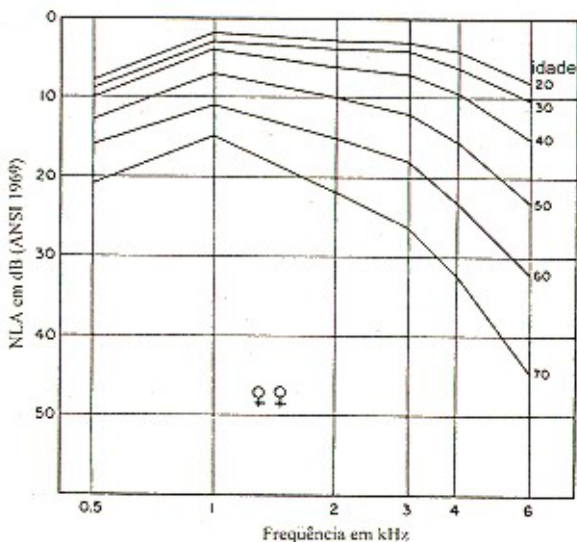
Para se obter uma resposta aproximada e simplificar a questão, fazem-se estudos com base em um único padrão temporal, isto é, exposição de 8 horas diárias a ruído contínuo, 5 dias por semana, 50 semanas por ano. Os limiares de audição iniciais dos trabalhadores quase sempre são desconhecidos, de maneira que as mudanças permanentes de audição induzidas pelo ruído são estimadas mediante três formas:

- comparando-se os limiares de audição da população estudada com os de grupos de controle de trabalhadores não expostos ao ruído cuja idade, sexo e histórico de exposição à influencia da nosoacusia e socioacusia sejam semelhantes.
- assumindo-se que os trabalhadores têm audição "típica" de sua idade caso não tenham sido expostos ao ruído industrial, isto é, aplicando fatores de correção à idade nos níveis limiares de audição (HTL), tais como os de SPOOR (1967), expostos nas Figuras 11 e 12.
- assumindo-se que os níveis limiares de audição representam as perdas induzidas pelo ruído industrial e, assim, negligenciando os efeitos de presbiacusia, nosoacusia e socioacusia.



**FIGURA 11** - Níveis de audição (HTL) devido à idade para homens não expostos a ruído ocupacional em uma sociedade industrializada.

FORTE - WARD (1986). p. 193.

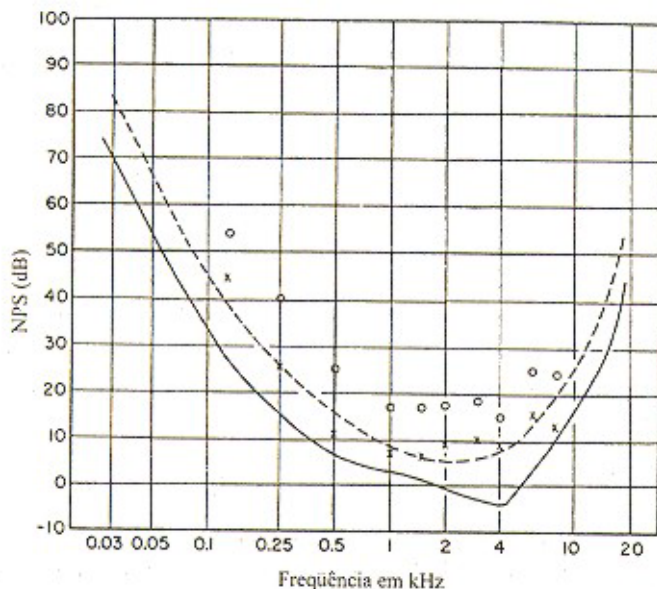


**FIGURA 12** - Níveis de audição (HTL) devido à idade, de mulheres não expostas a ruído ocupacional em uma sociedade industrializada.  
**FONTE** - WARD (1986). p. 194.

### 1.8.2.2 Audição “típica” ou “normal”

Uma das principais etapas para padronização das medidas de sensibilidade auditiva é selecionar o valor do nível de pressão sonora (SPL) que represente o nível de audibilidade zero em cada frequência audiométrica. Infelizmente, esta não é uma tarefa fácil. Assim, restam ainda dúvidas se os padrões existentes representam ou não a audição "normal" ou "típica". A primeira tentativa de estabelecer o nível de audibilidade zero em dB foi realizada por BEASLEY (1938). Para tanto, ele utilizou os valores de níveis de pressão sonora dos limiares médios de pessoas de 20 a 29 anos de amostras aleatórias da população dos Estados Unidos os quais foram adotados pela *American Standards Association* (ASA) mediante a norma ASA 1951 como o nível de audibilidade zero. Estes valores, para frequências de 125 a 8000 Hz, são mostrados por meio de pequenos círculos abertos na figura 13.

O autor porém incluiu em seu estudo pessoas com danos auditivos, razão pela qual estes níveis sonoros são considerados um pouco maiores do que deveriam. Conseqüentemente, muitos indivíduos nesta faixa de idade mostraram valores negativos para estes níveis, isto é, eles tinham audição melhor (mais sensível) do que aquela assinalada por zero dB no "display" do audiômetro. Este efeito é mostrado na Figura 13 por meio do grupo cujos limiares auditivos estão representados pela curva tracejada.



**FIGURA 13** - Limiares auditivos associados à audição "normal".  
 FONTE - WARD (1986). p. 185

Nesta figura, a curva contínua indica a sensibilidade a tons puros para indivíduos de 20 a 29 anos de idade sem o uso de fones utilizados em testes audiométricos (campo audível mínimo); a curva tracejada, a sensibilidade para ou vintes utilizando fones (pressão audível mínima). Os círculos representam os níveis de pressão sonora (SPL), que definem o nível zero (0 dB HL) nas frequências audiométricas para os padrões da ASA 1951. As cruzes mostram o zero audiométrico segundo a norma ISO 1964 e ANSI 1969.

O fato de pessoas com ouvidos normais e nesta faixa de idade mostrarem valores negativos nos limiares de audibilidade foi uma fonte de conflito para aqueles que acreditavam que o zero significaria "normal" ou um estado imaculado e íntegro do ouvido. Não podiam entender que alguém pudesse ter melhor audição que a audição "normal". Então, em 1964, normalizadores ingleses propuseram um conjunto de níveis de pressão sonora para representar os níveis de referência zero, que eram menores, cerca de 10 dB, que os da ASA 1951. Estes últimos foram adotados com poucas mudanças pela *International Standards Organization (ISO)* em 1964 e pela *American National Standards Institute, (ANSI)* em 1969. Na Figura 13 eles estão assinalados por meio de cruzes.

Até então, a audição "normal" era avaliada nas frequências 500, 1000, e 2000 Hz. A normalidade correspondia às perdas auditivas de até 15 dB para a ASA 1951 ou 25 dB para a ANSI 1969, o que dá uma diferença de 10 dB.

Deve-se observar que tanto os valores da ASA como os da ISO aplicam-se apenas para a combinação de fones de ouvido em forma de conchas com vedação de espuma denominada fone TDH - 30 com colchão MX 41 /AR. Para outros fones e/ou colchões, os níveis de pressão sonoros que produzem efeitos equivalentes podem diferir em alguns decibéis.

Embora houvesse avanços significativos em relação à norma ASA 1951, a norma ISO 1964 também passou a ser criticada. Ainda que os valores modais dos limiares de audição tenham sido assegurados sob ótimas condições laboratoriais e com um grupo altamente selecionado de jovens, esta seleção exclui também aqueles indivíduos cuja sensibilidade era, por razões desconhecidas, pior em relação à maioria dos ouvintes; isto é, eles foram rejeitados porque "obviamente não eram normais." Os resultados deste procedimento duvidoso é que a norma ISO 1964 tem uma precisão tão irrealística como os da ASA 1951. Por causa disto, indivíduos naquela faixa de idade (20 a 29 anos), não expostos ao ruído, apresentaram valores positivos de níveis de limiares de audição.

Este fato é importante quando dados de pesquisas audiométricas são utilizados para inferir se um ambiente de trabalho particular causa ou não danos à audição. Esta incerteza é, ainda, mais acentuada quando se trata de um grupo de trabalhadores velhos. Ora, as perdas auditivas podem resultar de várias outras causas além do ruído; de forma que quanto mais velho for o grupo de trabalhadores, maiores serão os efeitos líquidos dessas outras causas, ou seja, maiores serão as perdas auditivas indicando perigo quanto à exposição ao ruído industrial. Todavia, para que se conclua isto, é necessário saber: do todo, qual é quantitativamente a parcela gerada pelo ruído? Para responder a esta questão é preciso ter-se em mente as outras causas prováveis de perdas auditivas, ou seja: a presbiacusia, socioacusia e nosoacusia relatadas por WARD (1977).





Uma brilhante revisão bibliográfica sobre perdas auditivas induzidas pelo ruído foi realizada por Almeida (1992) a qual descrevemos abaixo inserindo pequenas alterações e acrescentando novos achados de nossa pesquisa bibliográfica.

A perda auditiva induzida pelo ruído também denominada como disacusia neurosensorial ocupacional por ruído é uma doença de alta prevalência principalmente nos países industrializados. Tanto nos Estados Unidos quanto na Europa, os trabalhos que versam sobre este tema receberam grande incentivo em virtude do alto custo social e econômico que passaram a acarretar às indústrias na década de 1940, por causa de constantes processos judiciais e indenizatórios. A partir desta época, a prevenção do dano auditivo passou a ser alvo de estudos clínicos e experimentais em todo o mundo. Pesquisaram-se períodos de exposições diários e níveis sonoros seguros para o não desencadeamento da lesão auditiva.

No Brasil, embora a doença atinja proporções endêmicas no meio industrial, existem poucos estudos sobre o assunto e os avanços legislativos nacionais acompanham inercialmente o desestímulo científico de conhecimento e prevenção da lesão nos trabalhadores brasileiros.

Procuraremos citar a evolução do conhecimento científico no último século sobre o assunto e suas repercussões sobre as modificações em Leis e Normas, enfatizando o problema no Brasil e paralelamente nos Estados Unidos.

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

WITTMACK (1907) foi um dos precursores dos estudos experimentais realizados com animais em laboratórios. Este autor expôs cobaias a ruídos breves e de altos níveis de pressão sonora, estudando o resultado histopatológico.

FOWLER (1928) marcou o início das investigações com a utilização do audiômetro. Originou-se de seus estudos, a Tabela de Fowler, adotada em nossa Legislação trabalhista com a Portaria 3214 de 8/6/78, a qual vigorou até dezembro de 1994.

FLETCHER (1929) apud *NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH* (1972) propôs como método de avaliação da incapacidade auditiva a média aritmética entre os limiares das frequências 500, 1000 e 2000 Hz.

BUNCH (1937) realizou um estudo no qual definiu as características audiológicas e clínicas das disacusias induzidas pelo ruído em trabalhadores. Destacou a natureza insidiosa do problema e a lesão característica que acomete mais intensamente a frequência de 4000 Hz e a sua evolução atingindo outras frequências circunvizinhas. Observou em seu estudo perdas menores em 8000 Hz e ainda menores nas frequências graves como 500 Hz. Concluiu, salientando sobre a necessidade de outros estudos referentes ao problema em virtude das implicações médico-legais que desencadeia, a fim de que o trabalhador receba um justo amparo legal e não se submeta apenas ao empirismo de advogados ou do empregador. Este estudo marcou o final da década de 1930 nos Estados Unidos como reflexo da inquietação dos meios científicos, jurídicos e sindicais da época, em relação à prevenção da doença.

TEMKIN (1933) sugere a existência de uma zona de audibilidade mais suscetível à ação do ruído. LARSEN (1946) atribui a um mecanismo vascular a lesão em 4000 Hz.

RIBEIRO DE ALMEIDA (1950), num estudo precursor em nosso meio, faz um mapeamento de risco nos escritórios da Estrada de Ferro Sorocabana e menciona não apenas a lesão auditiva advinda da exposição ao ruído, mas também destaca os efeitos estressantes deste agente. Correlaciona este fator com o absentismo na empresa. Este trabalho evidencia a perspicácia do pesquisador que abordou, além de um assunto controverso e de grandes repercussões, os aspectos de maior vanguarda que foram retomados novamente apenas na década de 1970 por CANTRELL (1974) e, na década de 1980, novamente relevados nos estudos ergonômicos dos ambientes de trabalho.

MOCELLIN (1951), em tese para concurso à Livre Docência da Cadeira de Otorrinolaringologia da Faculdade de Medicina da Universidade do Paraná, aborda o problema da "surdez ocupacional". Estuda vários casos de trabalhadores metalúrgicos expostos ao ruído e os analisa clínica e audiológicamente, não se limitando à constatação da lesão, mas preocupando-se com algum tipo de preven-

ção do dano. Testa o uso de algodão vaselinado que é introduzido no conduto auditivo externo dos trabalhadores durante a jornada de trabalho e retesta-os audiometricamente após seis dias do uso, concluindo que houve melhora dos limiares. Observa também que a legislação pertinente é de extrema importância, visto que constitui forma de conscientização de trabalhadores e empregadores.

Suas conclusões evidenciam e refletem o problema epidemiológico que então se instalava em nosso meio. Entre elas a observação da alta incidência da doença em sua cidade; coloca a profilaxia do problema em primeira ordem e a necessidade de autoridades governamentais criarem um órgão técnico, a fim de pesquisar e prevenir a referida hipoacusia. Conclui também sobre a possível validade do uso de protetores auriculares durante a jornada. Solicita a atualização legislativa específica para proteção auditiva.

A *AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION* - AMA (1947), por meio do *Couaicil on Physical Medicine*, atribuiu porcentagens de importância às frequências 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz com 15%, 30%, 40% e 15%, respectivamente, para o cálculo da incapacidade auditiva, levando em consideração o comprometimento social da comunicação verbal. Em 1955 a mesma associação determinou princípios de avaliação das perdas auditivas, mas não definiu fórmulas, só o fazendo em 1961 por meio do *Comintee ora Medical Rating of Physical Impairment* (1961). Esta fórmula de avaliação da incapacitações incluiu apenas os limiares das frequências de 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz.

HARRIS, HAÍNES E MYERS (1960) destacam a importância da frequência de 3000 Hz para compreensão da fala cotidiana.

WAAL (1961) estudou 117 trabalhadores metalúrgicos, 107 deles apresentaram aumento de limiares de 15 dB ou mais nas frequências de 1000 Hz a 8000 Hz. Desses, 69% estavam concentrados entre 3000 Hz e 6000 Hz.

GLORIG, WARD e NIXON (1961) realizaram um estudo retrospectivo no qual foi verificada a evolução dos limiares em pelo menos 3 décadas de exposição comparando-a com a de uma população de controle não exposta. Observaram que, na maior parte dos casos, as perdas instalaram-se nos primeiros 5 anos de exposição e atingiram em especial a frequência de 4000 Hz. Com o passar dos anos a lesão nesta frequência não evolui tão rapidamente e as outras frequências passaram a manifestar maior deterioração. Com níveis de pressão sonora mais intensos, isto é 90 dB ou maiores, o processo todo é acelerado.

TAYLOR et al. (1964) estudaram 251 trabalhadores que durante a sua vida ocupacional estiveram expostos a níveis de pressão sonora de 99 a 102 dB(A). Verificaram deterioração da audição nos primeiros 10 a 15 anos de exposição, seguidos por um período de 10 anos no qual a progressão das perdas foi pouco significativa embora, entre 20 e 25 anos de exposição, tenha sido atingida a frequência de 2000 Hz.

BURNS, HINCHCLIFFE e LITTLER (1964) estudaram 174 trabalhadores da indústria têxtil. Foram examinados 53 operários após 3 anos, detectando-se significativo aumento de limiar em 2000 e Hz 8000 Hz. Verificou-se que em 4000 Hz a piora do nível de limiar era inversamente proporcional ao nível do primeiro teste.

ATHERLEY, NOBLE e SUGDEN (1967) estudaram metalúrgicos de fundição de ferro, bronze e manganês. Os limiares dos trabalhadores em 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz e 6000 Hz eram de 15 a 35 dB maiores que o dos outros grupos não expostos.

MARONE (1968) realizou um estudo de revisão das disacusias ocupacionais, incluindo o trauma acústico ocupacional e a disacusia neurosensorial ocupacional por ruído. Este autor disserta sobre as características da lesão audiométrica e clínica, e propõe o uso da tabela de FOWLER (1928) como critério de avaliação da perda incapacitante funcionalmente. Este trabalho exerceu grande influência nos especialistas e legisladores brasileiros, a ponto de o Ministério do Trabalho adotar em 1978 os critérios de FOWLER. Todavia ocorreu o equívoco de confundir-se porcentagem de indenização com grau de lesão tornando o critério de pouca utilidade do ponto de vista prático. Atualmente, a Tabela de FOWLER, que já foi utilizada nos Estados Unidos, apresenta apenas valor histórico.

WARD (1969) realizou um estudo sobre a evolução do estado audiológico de trabalhadores expostos ao ruído e verificou que a perda traduz-se por comprometimento predominante das frequências isoladas em 3000 Hz e 6000 Hz. Observou que com a evolução o processo atinge as frequências mais graves.

MILLER (1972) observou num estudo retrospectivo que grupos de trabalhadores com diferentes períodos de exposição ao ruído em anos apresentam perdas mais proeminentes, inicialmente, em 4000 Hz.

Estas alterações iniciais não seriam detectadas pelo próprio indivíduo. Com o aumento do tempo de exposição outras frequências seriam envolvidas incluindo a faixa de 500 Hz a 3000 Hz com conseqüências danosas para a comunicação.

PEREIRA (1978), em Dissertação de Mestrado apresentada na Faculdade de Saúde Pública da USP, realizou um estudo epidemiológico em trabalhadores metalúrgicos. Propôs a classificação da lesão em conformidade com o nível dos limiares. Observou que a prevalência de perda auditiva naquele grupo de trabalhadores era de 53,1 %.

A Portaria 3214 de 8/6/78 do MINISTÉRIO DO TRABALHO - BRASIL constituiu-se num enorme avanço para a prevenção das doenças ocupacionais, incluindo as disacusias neurosensoriais ocupacionais por ruído. Esta Portaria, mediante Norma Regulamentadora nº 7, estabelece a obrigatoriedade dos exames audiométricos admissionais, periódicos e demissionais, sempre que a atividade laboral exigir exposições equivalentes a 85 dB(A) para 8 horas diárias. Estabelece

limites de exposição e diferencia ruídos contínuos e impulsivos e ainda indica a Tabela de FOWLER como critério para avaliação do grau de lesão, inspiração advinda de critérios já superados desde 1955 pela *AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION* (1955). Em sua Norma Regulamentadora nº 15 define também os critérios ambientais que caracterizam o trabalho considerado insalubre por exposição ao ruído.

A *AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION* - AMA (1979), por meio do Council on *Scientific Affairs*, inclui na avaliação da incapacidade auditiva a análise da frequência de 3000 Hz.

O *ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA 12* - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (1980) congregou os maiores estudiosos de todo o mundo para discussão e publicação dos efeitos lesivos do ruído ambiental, incluindo o ambiente do trabalho na saúde do HOMEM. Concluiu que os governos devem adotar legislações modernas, e, visto que se trata de um grave problema de saúde pública, devem alertar e orientar as comunidades.

ATHERLEY e JOHNSTON (1983) consideram a disacusia por ruído a doença ocupacional mais freqüente e questionam a validade da audiometria convencional para avaliar e classificar as lesões decorrentes desta doença.

ALBERTI (1982) considera a disacusia por ruído endêmica em várias partes do mundo e relata que além da exposição ao ruído, há várias outras causas concomitantes de perda auditiva. Descreve ainda a experiência da Seguridade Social em Ontário. Nesta, observou em sua casuística que 65% dos expostos apresentavam história positiva de *tinnitus* (zumbido) além da perda auditiva. CUBAS DE ALMEIDA (1985) estudou um caso de lesão auditiva de um trabalhador sob o aspecto clínico, procurando revelar fatores concomitantes que pudessem interferir com o ruído e abordou também os aspectos médico-legais. A autora estabeleceu a relação entre o ambiente ruidoso e a surdez e entre a intensidade do ruído e a lesão, definindo-a como do tipo neurosensorial e simétrica. Conclui que na avaliação por meio do método de FOWLER, o prejuízo auditivo mostra-se pouco significativo. Realiza propostas de controle audiométrico mesmo após a interrupção da exposição. Alerta que a detecção audiológica de desvios temporários de limiares podem representar um sinal precoce da suscetibilidade individual de exposição ao ambiente ruidoso.

CAVALCANTI, RESENDE DE ALMEIDA e BUTUGAN (1985) realizaram um levantamento clínico numa indústria metalúrgica; examinaram 123 trabalhadores com faixa etária entre 18 e 58 anos e tempo de exposição de 4 meses a 24 anos.

Observaram que 82 trabalhadores (66,66%) apresentavam disacusia neurosensorial ocupacional por ruído. Além das perdas auditivas, verificaram que 72 (47,05%) tinham queixa clínica de *tinnitus*.

Em sua casuística, a lesão predominou entre as frequências de 3000 Hz a 6000 Hz.

AXELSSON e HAMERNIK (1987) reviram 52 casos de trauma acústico ocupacional. Destacam que o problema é pouco conhecido tanto pelos trabalhadores quanto pelos otorrinolaringologistas. Observaram que em vários casos o trabalhador expõe-se continuamente a um ambiente ruidoso e sofre o trauma acústico proveniente de explosão ambiental. Estes autores verificaram que as queixas mais frequentes são de hipoacusia e de *tinnitus*. Podem ser encontradas também dor, hiperacusia e anestesia facial.

A manifestação audiométrica pode ser constatada após alguns anos do trauma apenas por meio do exame audiométrico para frequências acima de 8000 Hz. Este estudo adiciona-se a outros já citados que concluem que a audiometria convencional nem sempre é capaz de detectar pequenas lesões decorrentes da exposição ao ruído.

THIERY e MEYER-BISCH (1988), estudando 234 trabalhadores de uma fábrica de carrocerias de veículos, concluem que o grupo de trabalhadores expostos a ruído de impacto simultaneamente com ruído contínuo sofrem maiores perdas que grupos expostos a ruído contínuo de mesmo nível de exposição.

OSGUTHORPE (1988), em publicação oficial da AAOHNS (*American Academy of Otolaryngology, Head and Neck Surgery*), apresenta dados do *Subcomitee on the Medical Aspects of Noise* sobre controle e prevenção atualizados

e sobre avaliação dos critérios de incapacitação parcial da perda auditiva. Este trabalho discute o conceito de lesão auditiva e incapacitação auditiva. Esta publicação busca orientar e padronizar as formas de abordagem Clínica e Médico-legal a serem utilizadas pelos otorrinolaringologistas.

OSGUTHORPE e KLEIN (1989) em continuidade à publicação oficial da AAOHNS detalham especificamente o problema da disacusia neurosensorial por ruído e o trauma acústico ocupacional quanto aos aspectos Médico-legais. As normatizações propostas são os critérios mínimos adotados nos estados da Federação Norte-Americana.

CLARK e POPELKA (1989), realizaram um estudo audiológico em 9.427 ferroviários. Os limiares auditivos desses foram comparados aos limiares da população controle do apêndice B preconizada pela norma ISO 1999/85. Aplicaram testes de análise de variância e verificaram o efeito da evolução da idade. Concluíram que os ferroviários estudados por este método não diferiram audiologicamente da população. HETU, QUOC e DUGUAY (1990) aplicaram as fórmulas preconizadas pela Norma ISO 1999 a uma população hipotética exposta a níveis de pressão sonora equivalente ( $L_{eq}$ ) de 75 a 100 dB, e questionaram a eficácia dos testes audiométricos convencionais para detecção das alterações de limiares permanentes.

CONRAUX (1990), define a disacusia por ruído ocupacional como "surdez de percepção, bilateral, sensivelmente simétrica embora discreta assimetria possa ser encontrada" e que atinge preferencialmente a frequência de 4000 Hz, estendendo-se então às demais frequências. Considera que a fala estará afetada quando a média aritmética dos limiares atingir mais que 35 dB entre as frequência de 500 Hz a 4000 Hz. Destaca que esta afecção é irreversível, e a sua prevenção é o objetivo principal. Recomenda a audiometria a cada 6 meses como meio de controle.

Pela legislação francesa, a surdez profissional é reconhecida como doença no quadro 42 do regimento federal. Este quadro, intitulado "afecções profissionais provocadas pelo ruído" foi aprovado em 4/5/1981 (J.O. 14/5/1981) pelo Decreto nº 81-507. Por esta norma, a doença é designada como lesão coclear bilateral, irreversível e que não se agrava após cessar a exposição ao risco. Recomenda que a deficiência seja confirmada por novo exame audiométrico que deverá ser realizado de semanas a um ano após a interrupção da exposição. O prejuízo acarretado pela lesão é calculado considerando-se o melhor ouvido mediante média ponderada das frequências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz multiplicando-se pelos coeficientes 2, 4, 3, 1, respectivamente e deverá ser maior que 35 dB(A). As taxas de invalidez são estabelecidas utilizando-se as tabelas da surdez-doença.

TALBOTT et al. (1990) estudaram limiares auditivos de 245 metalúrgicos aposentados de *Pittsburgh* com idade entre 56 e 68 anos e com mais de 30 anos de exposição a ambientes ruidosos com níveis superiores a 89 dB(A). Os resultados mostraram que 52% dos mais jovens, com idade entre 53 e 62 anos, apresentavam perda auditiva classificada como severa, ou seja, maiores que 65 dB em 3 KHz, 4 kHz, ou 6 kHz, enquanto esta proporção aumentava para 67% nos mais velhos. Foram estudados índices de discriminação em ambiente ruidoso e houve correlação negativa entre os grupos com perda severa e hipertensão arterial. Em relação aos limiares, constataram que apresentaram-se dentro dos limites normais até 1000 Hz, seguindo-se por uma progressão com declínio de 12 dB entre 1000 Hz e 2000 Hz, de 30 dB entre 2000 Hz e 3000 Hz piorando entre 3000 Hz e 6000 Hz. Em 8000 Hz constataram um leve aumento nos limiares.

Os resultados dos testes monossilábicos de discriminação aplicados em áreas silenciosas apresentaram-se dentro dos limites normais em quase 100% da amostra. Quando os mesmos testes foram aplicados com ruído de fundo houve diminuição dos índices com piora de 20%. Estes autores não fizeram comparações com os padrões audiométricos normais para as respectivas faixas etárias.

PHANEUF e HETU (1990), por meio de estudos epidemiológicos, verificaram que a disacusia neurosensorial por ruído é a doença mais prevalente de etiologia ocupacional. Suas estimativas são de que a incidência seja de 8 a 12/1000 pessoas.

A prevalência total de perdas auditivas é de 77/1000 para homens e 70/1000 para mulheres numa população adulta.



Quanto aos efeitos da exposição ocupacional ao ruído, estes autores referem que a extensão de lesão das pessoas expostas é observada, audiometricamente, como rapidamente progressiva, diminuindo o seu ritmo de progressão após alguns anos.

A diferença entre um grupo de indivíduos expostos ao ruído e um não exposto inicia-se em zero, atinge um máximo e, subsequente, declina.

O efeito inicial manifesta-se em 4000 Hz atingindo 3000 Hz e 6000 Hz. O "declive" audiométrico causado pelo declínio em 4000 Hz aumenta rapidamente e evolui para um achatamento da curva em razão da desaceleração do efeito do ruído, momento no qual as frequências de 3000 e 6000 Hz atingem os níveis semelhantes aos de 4000 Hz.

Estes autores acreditam que os efeitos de ruído e idade não são aditivos. Porém, de acordo com os estudos da ISO 1999 (1990), os efeitos da idade e ruído são aditivos até a soma de ambos atingir 40 dB.

VÍNCENT, FRAYSSE e ESTÈVE-FRAYSSE (1990) classificam a disacusia por exposição ao ruído como um processo irreversível e progressivo. Sugerem que controles por meio da audiometria de altas frequências entre 8000 Hz e 18000 Hz poderão prevenir o aparecimento de lesões em indivíduos de risco, enquanto o audiograma convencional ainda se encontra inalterado.

ÚLEHLOVÁ, BRANIS e JANISCH (1990) estudaram os ossos temporais de 41 mineiros com lesões audiológicas de graus variados, cujas idades variam entre 38 e 74 anos. Do total 6 ossos foram selecionados para serem comparados com os respectivos resultados de testes audiométricos realizados entre 2 semanas até 3 anos antes do óbito. Os ossos selecionados pertenciam a mineiros que estiveram expostos a ambientes ruidosos durante a vida ocupacional. Realizou-se contagem completa de células ciliadas de um extremo ao outro da membrana basilar. Foi observado que nos ossos temporais estudados havia áreas de total destruição do órgão de Corti que atingiam a parte basal da membrana basilar não acima de 14 mm da base coclear. Estes achados questionam a noção comum de que a destruição do epitélio do órgão de Corti resultará em perda auditiva tonotópica no local da lesão. Considerando a relação tonotópica da Membrana Basilar foram evidenciadas três lesões ao redor de 4 KHz, duas lesões em 10 KHz e 6 KHz e uma lesão em 3 KHz. Concluíram que a região mais vulnerável está em 4 KHz.

RIKO et al. (1990) consideram a exposição ocupacional ao ruído como a principal causa de disacusia neurosensorial com a conseqüente invalidez parcial para os trabalhadores. A reabilitação ocorre por meio do uso de aparelhos. O *Workers Compensation Board* em Ontário (WCBO) assume a responsabilidade pelas reabilitações nos casos em que a disacusia atinge de 25 dB, ou mais nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz em cada orelha, ou quando a perda for de 35 dB ou mais em uma orelha, podendo ser inferior a 25 dB na outra.

Neste estudo retrospectivo referente à reabilitação foram atendidos 3509 trabalhadores num período de 10 anos. A média de idade era de 56,4 anos, 98,7% do sexo masculino e o tempo médio de exposição era 25 anos. Os limiares por frequências em ambos os ouvidos foram estudados e foi aplicada a classificação de Goodinan Scale of Hearing Impairment que é a seguinte: normal, de 0 a 15 dB; perda leve, de 16 a 40 dB; moderada, de 41 a 50 dB e severa para níveis acima de 55 dB. Observaram que havia predominância de perdas simétricas, bilaterais, leves ou moderadas (61 %). Concluíram que todos os graus de perdas ocorreram nos reclamantes, e 90% dos que realizaram reabilitação beneficiaram-se do uso dos aparelhos auditivos.

A Norma ISO 1999 (1990) estabeleceu uma forma de cálculo para a previsão de perdas auditivas em uma população exposta a níveis excessivos de ruído, com base em faixas etárias, exposição em anos e nível de exposição normalizado a ruído contínuo baseado em 8 horas diárias de exposição LEX,8h. Além disto apresenta meios de cálculo de atribuição do risco de perda auditiva de uma população. LIM e STEPHENS (1991), ao estudarem a prevalência de perdas auditivas relacionadas com o idoso, encontraram como fatores responsáveis pelas queixas 11,25% de disacusias por exposição ao ruído.

CUBAS DE ALMEIDA (1991) discute e revê o diagnóstico diferencial da disacusia neurosensorial ocupacional por ruído. Destaca que esta doença necessita de uma avaliação clínica otorrinolaringológica, e que o diagnóstico não deve se limitar à análise isolada de limiares audiométricos. São revistas doenças sistêmicas e otológicas que acarretam lesão no ouvido interno.

LEMPERT (1991) compara os resultados da ISO 1999/90 com a primeira versão desta norma e com a base de dados da NIOSH e conclui que a versão de 1990 subestima os riscos de perdas auditivas em 10% em exposições de 90 a 95 dB(A) quando comparada com a versão de 1971 e subestima os níveis limiares de audição numa média de 4,5 dB(A) em relação à NIOSHI (1972)

ALMEIDA (1992) estuda 222 casos de disacusia neurosensorial ocupacional por ruído correlacionando a faixa etária, o tempo de exposição ao ruído em anos, a atividade profissional, a queixa clínica, as alterações do limiar auditivo nas frequências de oitava de 250 Hz a 8000 Hz e índice de discriminação vocal convencional.

Verificou que, de acordo com a faixa etária e o período de exposição, os limiares foram comprometidos ao serem comparados a uma população "normal" preconizada pela Norma ISO 1999/90 em seu Anexo A. Observa também que a frequência mais afetada é a de 4000 Hz, e que a manifestação de deficiência audiológica ocorre logo na primeira década de exposição.

HALLMO et al.(1995) estudaram o efeito do ruído nas perdas auditivas em

freqüências de 9 a 18 KHz em 167 indivíduos masculinos expostos ao ruído ocupacional. Os resultados mostraram elevação dos limiares auditivos neste intervalo de freqüência para todos os grupos etários estudados.

A AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNANMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS - ACGIH (1996) publicou os limites de tolerância para exposição a ruído contínuo ou intermitente e ruído de impacto utilizando incremento de duplicação de dose igual 3 dB

O MINISTÉRIO DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA SOCIAL - BRASIL, por meio do Decreto 2.172 de 05 de março de 1997, aprova o Regulamento de Benefícios de Previdência Social e, por meio do seu anexo III quadro 2, especifica as situações que dão direito ao auxílio doença do "Aparelho Auditivo".

O MINISTÉRIO DO TRABALHO por meio da Portaria nº 19, de 9 de abril de 1998, acrescenta o anexo I - quadro II na Norma Regulamentadora 7 da Portaria 3214 de 8 de junho de 1978 no qual fixa os parâmetros e diretrizes mínimos de avaliação e acompanhamento em trabalhadores expostos a níveis elevados de pressão sonora.

Até o presente momento não foi encontrado nenhum trabalho relacionando as perdas auditivas dos trabalhadores da Construção Civil com o ruído decorrente do desenvolvimento de obras. Este trabalho poderá ser considerado o primeiro, seja porque se trata de exposições não contínuas a níveis de pressão sonora, seja porque esta categoria de trabalhadores não se encontra em posição de exigir melhores condições de trabalho, tendo de assumir a marginalização a ela imposta pelo sistema econômico.

*E*stimativas das perdas auditivas de populações expostas a altos níveis de ruído podem ser obtidas por meio do procedimento descrito na Norma ISO 1999 (1990). Contudo, isto é possível apenas sob certas condições de contorno: - perdas devido à idade calculadas por meio de bases de dados específicas, exposições a níveis contínuos de ruído e tempo diário de exposição padronizado em 8 horas. Assim, seguindo-se o procedimento da norma citada, primeiro é necessária a determinação do nível normalizado,  $L_{EX,8h}$ , para em seguida determinar as perdas auditivas de cada fração da população estudada, utilizando-se uma das bases de dados de perdas auditivas provenientes da idade e fórmulas apresentadas pela norma. Desta forma, fica restrita à aplicação da norma àqueles pontos dos ambientes de trabalho homogêneos do ponto de vista do nível de ruído e a populações de trabalhadores que não tiveram mudanças significativas de níveis normalizados de exposição durante suas vidas laborais. Até o presente momento, porém, não foi possível determinar um nível médio de ruído representativo das perdas induzidas pelo ruído (NIPTS) de populações expostas a níveis não contínuos, isto é, aqueles que apresentam flutuações diárias significativas e, ao mesmo tempo, flutuações ao longo da vida laboral decorrentes do exercício de várias atividades características de uma determinada função ou cargo. Este vazio tecnológico impossibilita a prevenção eficaz e o exercício das mesmas garantias legais de proteção que tem o trabalhador que labuta em ambiente com ruído contínuo, dessa forma é importante o desenvolvimento de trabalhos que discutam sobre o tema ruído não contínuo e as conseqüentes perdas auditivas.

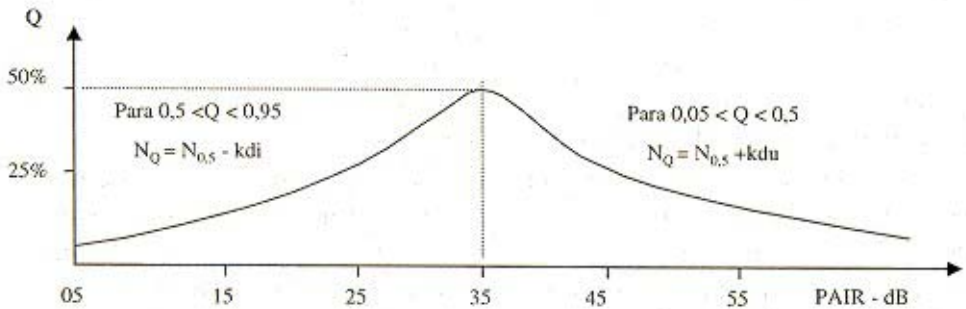
A Construção Civil é um dos setores da Economia nacional que apresenta grande carência de estudos específicos sobre os efeitos dos ruídos não contínuos

na capacidade auditiva dos trabalhadores. Portanto, é um setor propício para realização desses trabalhos, já que, pelo menos, a maioria das atividades impõem ao trabalhador exposições ao ruído não contínuo. Estudos dessas exposições exigem pressupostos específicos, razão pela qual, a seguir, são apresentados os necessários à Construção Civil.

### 3.1 Pressupostos necessários

Para se encontrarem as perdas auditivas induzidas pelo ruído não contínuo em cada categoria profissional estudada são assumidos os seguintes pressupostos:

- a) que a exposição média ao ruído de qualquer população de trabalhadores de uma mesma categoria profissional seja homogênea considera-se um tempo suficientemente grande (maior ou igual a 5 anos). A exposição média homogênea deve ser entendida como aquela esperada em todos grupos formados por um número representativo de trabalhadores de mesma categoria em um mesmo período em anos.
- b) após um período de 5 anos, a distribuição de perdas auditivas induzidas pelo ruído de indivíduos da mesma categoria é formada por duas metades diferentes da distribuição gaussiana separados por um ponto comum : - **o valor mediano das perdas auditivas**, conforme Figura 14, já que os indivíduos estariam expostos a situações acústicas similares. Aliás, era de se esperar tal resultado já que para níveis contínuos, como mostra a ISO 1999 (1990), este pressuposto acontece.



**FIGURA 14** - Distribuição de perdas auditivas induzidas pelo ruído em uma população.

c) as perdas auditivas em qualquer percentil populacional de todos os grupos podem ser subdivididas em perdas associadas à idade e perdas induzidas pelo ruído ocupacional.

O primeiro pressuposto (a) seria justificado pela realização de atividades específicas da mesma categoria, uso de mesmas máquinas, mesma técnica construtiva, tempo suficiente para ocorrerem vários ciclos de exposição relativa a cada atividade e pelos mesmos períodos médios de recuperação auditiva.

A justificativa do segundo pressuposto (b) recairia sobre a extensão da aplicação do princípio de igual energia. Por este princípio, segundo WARD (1986), a intensidade acústica gerada durante a jornada diária de trabalho, repetidamente, durante um período em anos, causa um determinado dano acústico. O mesmo dano pode ser causado diminuindo-se a intensidade acústica e aumentando-se o tempo de exposição sonora ou aumentando-se a intensidade e diminuindo-se o tempo de exposição diária no mesmo período. No pressuposto (b) em questão, preservou-se o princípio de igual energia, estendendo-se a idéia de exposição diária para o período de 5 anos ou mais.

Este trabalho, como a ISO 1999 (1990), também assume que perdas auditivas sensoriais totais de uma população podem ser subdivididas em perdas relativas à idade e às induzidas pelo ruído ocupacional. As perdas auditivas por idade, por sua vez, dependem de vários fatores, como o histórico de uso de drogas ototóxicas, doenças que afetam a audição, exposições a ruído não oriundos do trabalho ou, até mesmo, do trabalho que sejam desconhecidas (exposições após a jornada de trabalho não reveladas pelo trabalhador).

O terceiro pressuposto (c) é uma decorrência de estudos de dados experimentais já consolidados em norma internacional como a ISO 1999/90.

### **3.2 Procedimentos necessários**

Para estimarmos as perdas auditivas decorrentes, exclusivamente, do ruído ocupacional (NIPTS) de cada grupo etário dos trabalhadores de cada categoria estudada foi necessário, previamente, calcular as suas respectivas perdas auditivas totais e suas perdas auditivas associadas com a idade. Foram utilizados, nesta fase, três procedimentos: - o primeiro indicou como tratar os dados audiométricos. Desses dados foram determinadas as perdas auditivas totais, por categoria, de cada grupo etário,  $H'$ . O segundo, com base na Norma ISO 7029 (1984), estabeleceu como estimar os limiares medianos de audição associado com a idade,  $H$ , de cada grupo. O terceiro, fundado na norma ISO 1999 (1990) para o cálculo, propriamente dito, das NIPTS. Um quarto procedimento, utilizado para checar os resultados da primeira fase, visou à determinação de dados de campo mediante o uso de equipamentos específicos de medições. Foram determinadas as doses de ruído de traba-

lhadores, os níveis de pressão sonora e os espectros sonoros das máquinas utilizadas. Em uma terceira fase, inferiu-se o risco das perdas auditivas induzidas pelo ruído, por categoria, relacionando-se os resultados dos dados de campo com os da análise dos dados audiométricos considerando-se que a diferença entre as perdas auditivas totais e as perdas por idade em 4000 Hz podem ser um elemento importante para este fim, como mostrado nos trabalhos de vários autores: CONRAUX (1990), PHANEUF e HETU (1990), bem como nos resultados da ISO 1999 (1990).

### **3.2.1 Procedimento de aquisição e tratamento de dados audiométricos**

No Anexo 4 são apresentados o conceito, tipos, interpretação e critérios de audiometrias.

Este subitem trata da aquisição dos dados audiométricos, do local e condições técnicas em que foram colhidos e do tratamento de dados para determinação das perdas auditivas totais.

#### **3.2.1.1 Aquisição dos dados audiométricos**

Os dados audiométricos analisados são de trabalhadores de 49 empresas de Construção Civil da cidade de São Paulo e região. Cobrem o período de 1996 e 1997, e foram fornecidos pelo Serviço Social da Indústria da Construção Civil no Estado de São Paulo - SECONCI / SP. Este órgão, desde dezembro 1991, conta com um serviço de audiologia formado por profissionais especializados (fonoaudiólogos) para realização dos testes e exames audiométricos.

O encaminhamento do trabalhador é previamente agendado e feito pelo serviço médico ou recursos humanos das empresas conveniadas ao SECONCI.

#### **3.2.1.2 Sala dos testes e cabine audiométrica**

A sala onde foram realizadas as audiometrias está localizada no sétimo andar do prédio do SECONCI. Foi construída em alvenaria, e possui as seguintes características: piso cerâmico, área de aproximadamente, 12,00 m<sup>2</sup>, pé direito aproximado de 3,30 m. A iluminação é obtida através de uma janela de 2,00 x 2,75 m e de 2 (duas) lâmpadas fluorescentes.

A cabine audiométrica, por sua vez, tem área de 1,39 x 1,32 m, foi construída com paredes de 14 centímetros de espessura contendo em seu interior material absorvente acústico. A porta possui mecanismo de pressão de fechamento e chanfros nas extremidades para melhor isolamento acústico. A observação do trabalhador é feita por meio de um conjunto de três vidros em série, medindo 0,47 x 0,47 m. A comunicação entre operador e trabalhador, por meio de microfones e fones (telephonics modelo TDH 39, n°. de série 075592). O equipamento utilizado, no local, para realização das audiometrias foi um audiômetro modelo AD 27, marca Interacoustics.

Na Tabela 2, são apresentados os níveis de pressão sonora da sala e da cabine acústica onde foram realizadas os testes audiométricos medidos na banda de frequência de oitava.

**TABELA 2 - Níveis de pressão sonora em dB da cabine audiométrica e os exigidos pela norma ANSI S 3.1 (1977).**

Frequência	ANSI 3.1 NPS em banda de oitava, ouvidos cobertos com fones montados no colchão MX-41/AR	Níveis sonoros em dB encontrados	
	cabine audiométrica	cabine audiométrica	sala
250	23.0	28,9	53.0
500	21.5	19,8	40.5
1000	29.5	16,0	35.5
2000	34.5	17,0	31.5
3000	39.0	18.0	27.5
4000	42.0	16.0	25.5
6000	41.0	15.0	13.5
8000	45.0	10	15.5

É preciso ressaltar que, eventualmente, pode-se tolerar, dentro da cabine, níveis um pouco superiores aos da ANSI S3.1/77, desde que os fones estejam instalados nas conchas de atenuação, o que corresponde a situação do SECONCI. Isto nos permite considerar os níveis de ruído dentro da cabine em conformidade com os padrões de aceitabilidade mesmo considerando-se um desvio do valor adotado pela ANSI 3.1 (1977) em 250 Hz de 6 dB.

### **3.2.1.3 Requisitos para a realização dos testes audiométricos**

O SECONCI, nos serviços prestados de avaliação audiológica do trabalhador exposto ao ruído segue, com exceção da anamnese e histórico ocupacional, a padronização feita pelo Comitê de Ruído e Conservação Auditiva, órgão interdisciplinar composto por membros indicados pela Associação Nacional de Medicina do Trabalho (ANAMT) e pelas seguintes sociedades: Sociedade Brasileira de Acústica (SOBRAC), de Fonoaudiologia (SBFA), de Otologia (SOB) e de Otorrinolaringologia (SBORL). Nesta padronização contam os seguintes requisitos

- a) repouso auditivo, no mínimo, 14 (quatorze) horas;
- b) realização de exame feito por profissional habilitado ( fonoaudiólogo ou médico) com os seguintes dados e condições:
  - identificação do trabalhador por meio de documento oficial que contenha fotografia;



- realização de anamnese clínica e histórico ocupacional;
- realização de Otoscopia no momento do exame;
- ambiente acústico segundo o padrão ANSI S3.1 (1977)
- realização de calibração biológica diariamente, acústica parcial anualmente, de acordo com a norma ISO 389/89 ou ANSI S3.6/89 e eletroacústica a cada 5 anos,
- orientação ao trabalhador sobre a sistemática do exame;
- teste na via aérea nas frequências de 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000, e 8000 Hertz;
- teste na via óssea, nas frequências de 500, 1000, 2000, 3000 e 4000 Hertz;
- realização de Logaudiometria (Limiar de recepção da fala (SRT) e índice de reconhecimento da fala (IRF) devem ser sempre realizados);
- imitanciometria a critério do profissional;
- os exames devem ser realizados na data da admissão e na de demissão do trabalhador. Após a admissão devem ser refeitos, primeiramente, em um período de 6 meses e depois desse período, anualmente.
- a ficha do registro audiométrico deve conter, no mínimo, o nome, a idade, a identificação do examinado, a data do exame, a assinatura e nº do registro profissional do examinador, o equipamento utilizado, a calibração, o traçado audiométrico e as observações;
- o laudo fonoaudiológico deve conter o tipo de perda auditiva e o grau (leve, moderada, severa, ou profunda). Na presença de qualquer perda auditiva, o diagnóstico nosológico deve ser feito por um médico.

#### **3.2.1.4 Tratamento estatístico dos dados audiométricos**

Para que se pudessem estimar as perdas auditivas induzidas foi necessário efetuar um tratamento estatístico sobre os dados audiométricos, o qual se desenvolveu por meio de seleção, classificação e análise dos dados.

##### **a) Seleção**

Ao iniciar a fase de coleta de dados, observou-se que os audiogramas do SECONCI eram arquivados simplesmente pela ordem cronológica dos testes. Alguns eram de trabalhadores de outras categorias econômicas que não a da Construção Civil, outros não apresentavam todos os campos preenchidos, outros tinham diagnósticos diferentes de perdas, exclusivamente, neurosensoriais.

Estes audiogramas continham, além das curvas dos limiares auditivos, data, idade, sexo, profissão, empresa, tipo de exame (admissional, periódico, demissional), discriminação vocal, SRT etc.

Para suprir a falta do histórico ocupacional, durante o período de coleta, foram introduzidas na rotina dos testes quatro perguntas, abaixo relacionadas:

- a) Há quantos anos trabalha na Construção Civil?
- b) Quais foram todas as atividades exercidas na Construção Civil ?
- c) Qual o tempo de exercício de cada uma delas?
- d) Quais foram suas outras atividades antes das da Construção Civil?

No final do período de coleta de dados foram totalizados 4065 audiogramas dos trabalhadores da Construção Civil.

É importante ressaltar que as perguntas eram feitas diretamente pela fonoaudióloga que esclarecia as dúvidas eventuais quanto às questões acima.

Todos os 4065 audiogramas foram analisados conforme laudo da fonoaudióloga, de maneira que foram descartados aqueles que:

- 1) apresentaram diagnósticos distintos de disacusia neurosensorial bilateral;
- 2) revelaram trabalhos fora da Construção Civil com exposição significativa de ruído;
- 3) tinham período curto de trabalho na Construção Civil, ou seja, períodos de tempo menores que 6 meses;
- 4) não apresentaram dados completos ou resposta às quatro perguntas acima citadas.
- 5) eram de trabalhadores de mesma função, mas com exposição bem diferenciada da maioria da categoria, por exemplo, ajudantes gerais de empresas construtoras de túnel.

Com o procedimento descrito foram selecionados 2033 audiogramas que foram, a seguir, classificados.

#### **b) Classificação**

Os 2033 audiogramas foram classificados por categoria profissional, idade e tempo na categoria. Observou-se dentro deste universo uma gama muito grande de categorias profissionais, em muitas delas, havia um número insuficiente de audiogramas para gerar conclusões significativas da respectiva exposição média. Daí, o estudo restringiu-se, apenas, às categorias de ajudantes gerais, armadores, carpinteiros, pedreiros e do grupo que denominamos de normais. Este último grupo é formado por indivíduos de 18 a 20 anos considerados otologicamente normais. O número de audiogramas considerados na análise, por categoria, é mostrado abaixo:

- Grupo de normais	91
- Carpinteiros	254
- Armadores	43
- Ajudantes gerais	60
- Pedreiros	14
- Total	462

#### **c) Análise**

Na análise dos dados, optou-se por selecionar o melhor ouvido em cada audiograma, porque consideram-se as perdas induzidas pelo ruído como bilaterais

e desta forma, provavelmente, atenua-se, em algum grau, a influência da socioacusia e nosoacusia. É provável que, durante a vida laboral, muitas das doenças que afetam a audição da sociedade como um todo possam ter gerado, em trabalhadores, mais perdas em um ouvido que no outro. O mesmo acontece quanto aos hábitos sociais, como o uso de walkmam com apenas um fone; tiro ao alvo, etc.

Os audiogramas classificados e organizados em tabela mostraram perdas iniciais, isto é, perdas auditivas relativas ao 0 do audiômetro, próximo a 10 dB, em trabalhadores entre 18 a 20 anos não expostos a ruído excessivo. Segundo SAN TOS (1989), o mesmo ocorreu entre os valores adotados pela Norma ANSI-64 e os valores normalizados pela ASA 1951. Esta norma foi criticada e afinal substituída por outras de melhor conteúdo como a ANSI S3.6 (1969), já que não levou em conta os efeitos de doenças, hábitos, drogas, etc.; razão pela qual superestimava as perdas iniciais por idade e as decorrentes do ruído próprio da sociedade. Esta diferença de 10 dB, na verdade, varia para cada freqüência conforme a Tabela 3.

O equipamento do SECONCI foi calibrado com base na Norma ANSI S3.6 (1969). Isto pode explicar a diferença obtida em relação ao 0 do audiômetro visto que os dados utilizados são de audiometrias de trabalhadores expostos sem o refinamento utilizado nesta norma. Seja como for, nesta dissertação, as perdas auditivas induzidas pelo ruído foram calculadas com base nos valores encontrados no grupo de indivíduos não expostos a ruído excessivo, de idade até 20 anos e utilizando-se os dados do melhor ouvido de cada audiograma.

**TABELA 3 - Valores de níveis sonoros, em dB, para calibração de audiômetros**

Freqüência (Hz)	ANSI 1969	ANSI 1969	ASA -1951
250	25,5	24,5	39,5
500	11,5	10,1	25,0
1000	7,0	7,2	16,5
2000	9,0	9,5	17,0
3000	10,0	7,5	16,0
4000	9,5	8,3	15,0
6000	15,5	8,0	17,5
8000	13,0	15,3	21,0

As perdas totais dos trabalhadores em cada categoria profissional, exceto os ajudantes gerais, foram determinadas dividindo os audiogramas em 4 grupos etários:

- Grupo A        20 a 29 anos
- Grupo B        30 a 39 anos
- Grupo C        40 a 49 anos
- Grupo D        > 50    anos

Para cada grupo etário foram calculados, por frequência audiométrica, os percentis de perdas auditivas totais de 10% a 90% da população e traçados os respectivos limiares auditivos.

### **3.2.2 Procedimento de cálculo dos limiares de audição devido a idade**

A audição de uma população não exposta ao ruído em função da idade depende do grau de envelhecimento natural e de outros fatores, como: doenças, históricos de drogas ototóxicas e exposições desconhecidas ao ruído de origem ocupacional ou não. Vale dizer que os efeitos da presbiacusia, socioacusia e nosoacusia aumentam com a idade; assim, quanto mais velhos forem os indivíduos no começo da exposição ao ruído, mais altos serão os níveis dos limiares de audibilidade medianos, HTLs, como já mostrado nas Figura 11 e 12. WARD (1973) diz haver evidências de que quanto maior o HTL inicial, menores as perdas temporárias de audição (TTS) e, conseqüentemente, menores as NIPTS para uma exposição específica.

Atualmente, a determinação do limiar de audição associado à idade (*"hearing threshold level associated with age"* - HTLA ) é feita por meio de bases de dados. A ISO 1999 (1990), por exemplo, no cálculo da NIPTS admite o uso de duas bases de dados, A e B. A base de dados A, que é utilizada nesta dissertação, deriva de indivíduos de países norte-americanos e europeus, otologicamente normais, isto é, pessoas no estado normal de saúde e livres de todos os sinais e sintomas de doenças de ouvido e que não tiveram histórico de exposição excessiva ao ruído.

A base de dados B que é constituída de dados da população do próprio país onde a pesquisada é realizada foi descartada neste trabalho, porque até o momento, os institutos brasileiros que estudam a audição não se preocuparam em desenvolvê-la.

A distribuição estatística dos limiares de audição destas populações foi normalizada pela ISO 7029 (1984), separadamente, para homens e mulheres, todavia podem não ser representativas de populações de outras áreas geográficas, isto por que, mesmo que não haja diferença no envelhecimento natural entre populações étnicas diferentes; podem ocorrer diferenças no estilo de vida, exposições não ocupacionais a ruído, incidência de doenças e uso de drogas ototóxicas.

Embora a Norma ISO 7029/84 levante esta dúvida sobre a abrangência da base de dados A, há razões pelas quais resolveu-se utilizá-la nesta dissertação. A primeira é que ela é uma base representativa de muitos povos. A segunda, é que, até o momento, não se criou no Brasil uma base de dados própria para o nosso povo. A terceira, é que os dados colhidos são de trabalhadores de São Paulo, cidade urbanizada e industrializada tal qual as norte-americanas e européias. A quarta e última, é que na maior parte das atividades da Construção Civil, pelo menos na

maioria dos países, utiliza-se a mão-de-obra de indivíduos da classe social baixa, já que as tarefas são manuais, repetitivas e, quase sempre, mal remuneradas, exatamente o que ocorre em São Paulo.

### 3.2.2.1 A norma ISO 7029/84

O conteúdo da norma ISO 7029 (1984), "*Acoustics - Threshold of hearing by air conduction as a function of age and sex for otologically normal persons*", consiste em uma base de dados de limiares de audição determinados mediante audiometria por via aérea de indivíduos considerados otologicamente normais. Os dados são apresentados separadamente para homens e mulheres pois pode haver uma diferença significativa, em particular, em grupos de indivíduos mais velhos.

O fundamento desta base de dados é o conhecimento de que a sensibilidade do ouvido humano a tons puros cai progressivamente com a idade e que a perda de audição é mais rápida para tons de alta frequência que tons de baixa frequência. Além disso, a magnitude destes efeitos varia de forma considerável entre os indivíduos.

Há muitos trabalhos, como o de SPOOR (1967), que mostram que os níveis de limiares de audição aumentam com a idade, mas há uma certa diferença numérica entre eles que pode ser atribuída ao uso de diferentes critérios de seleção da população estudada, diferentes técnicas audiométricas, etc.

Um exame minucioso desses dados permitiu estabelecer um conjunto representativo de níveis dos limiares auditivos de pessoas otologicamente normais nas populações estudadas o qual serviu de base para elaboração da ISO 7029 (1984).

A norma estabelece para intervalos de frequências audiométricas entre 125 a 8000 Hz e grupos de pessoas otologicamente normais de uma dada idade entre 18 a 70 anos:

a) o valor esperado da mudança média dos limiares de audição referente ao grupo de indivíduos de 18 anos, e portanto, no início da vida laboral;

b) as distribuições estatísticas, acima e abaixo do valor mediano, das mudanças dos limiares de audição devido à idade.

Usa-se essa base de dados como grupo de controle para estimar quantitativamente as perdas auditivas causadas numa população em virtude de a um agente específico, neste caso, o ruído.

As equações de cálculo da base de dados **A** estão especificadas a seguir.

### 3.2.2.2 Especificações da base de dados **A**

a) Os valores da base de dados **A** são idênticos aos limites normais de audição por condução aérea especificada em função da idade e sexo na ISO 7029 (1984). As equações aplicadas para cálculo dos limiares de audição em função da idade  $Y$  (anos) para vários percentis da população,  $Q$ , que tenham o limiar de audição acima do valor  $H_Q$ , são:

para	$0,05 < Q < 0,50$	$H_Q = H_{0,50} + KSu$	3.1
para	$Q = 0,50$	$H_{0,50} = a \cdot (Y - 18)^2 + H$	3.2
para	$0,5 < Q < 0,95$	$H_Q = H_{0,50} - KSi$	3.3

onde:  $H_{0,50;18}$  é a mediana dos limiares auditivos das pessoas otologicamente normais, do mesmo sexo e com idade de 18 anos. Neste trabalho será o limiar mediano, em que determinada frequência, de indivíduos de 18 a 20 anos, não expostos a ruído ocupacional ou de exposição desprezível (até 3 meses) a níveis equivalentes menores que 85 dB(A).

Os valores dos coeficientes  $a$  são apresentados na Tabela 4 e os valores multiplicadores  $K$  são os apresentados na Tabela 6. Os parâmetros  $Su$  e  $Si$  são fornecidos pelas equações:

$$Su = bu + 0,445 \cdot H_{0,50} \quad 3.4$$

$$Si = bi + 0,356 \cdot H_{0,50} \quad 3.5$$

Onde os valores de  $bu$  e  $bi$  estão listados na TAB 5.

**TABELA 4- Valores de coeficientes  $a$**

Frequências	Valores de $a$	
	masculino	feminino
Hz	masculino	feminino
125	0,0030	0,0030
250	0,0030	0,0030
500	0,0035	0,0035
1000	0,0040	0,0040
1500	0,0050	0,0050
2000	0,0070	0,0060
3000	0,0115	0,0075
4000	0,0160	0,0090
6000	0,0180	0,0120
8000	0,0220	0,0150

**TABELA 5** - Valores de bu e bi usados para determinar, respectivamente, as partes acima e abaixo de  $H_Q$  da distribuição estatística

Frequências Hz	valores de bu		valores de bi	
	masculino	feminino	masculino	feminino
125	7,23	6,67	5,78	5,34
250	6,67	6,12	5,34	4,89
500	6,12	6,12	4,89	4,89
1000	6,12	6,12	4,89	4,89
1500	6,67	6,67	5,34	5,34
2000	7,23	6,67	5,78	5,34
3000	7,78	7,23	6,23	5,78
4000	8,34	7,78	6,67	6,23
6000	9,45	8,90	7,56	7,12
8000	10,56	10,56	8,45	8,45

**TABELA 6** - Valores do multiplicador K.

Q		K
0,05	0,95	1,645
0,01	0,90	1,282
0,15	0,85	1,036
0,20	0,80	0,842
0,25	0,75	0,675
0,30	0,70	0,524
0,35	0,65	0,384
0,40	0,60	0,253
0,45	0,55	0,125
0,50		0

Obs.: interpolação entre os valores apresentados podem ser obtidos na ISO 7029

### 3.2.3 Procedimento de estimativa das perdas induzidas pelo ruído – NIPTS

Antes de descrever-se o procedimento de estimativa das perdas induzidas pelo ruído é importante traçar um breve comentário sobre as primeiras experiências que resultaram neste procedimento; mesmo porque, trazem em seu bojo os conceitos e alguns importantes resultados necessários para este fim.

#### 3.2.3.1 Tentativas precedentes de estimativas das NIPTS

Conforme WARD (1986), as primeiras estimativas de NIPTS produzidas por ruídos contínuos foram imprecisas, mas a compilação feita por PASSCHIER-VERNER (1968) mostrou uma surpreendente consistência. O gráfico da Figura 15, por meio de pequenos círculos negros, mostra a NIPTS na frequência mais afetada pelo ruído, ou seja, 4 KHz, após 10 anos de exposição em ambientes com ruído industrial constante. Os níveis de ruído ponderados na escala A estão assinalados na

abscissa. No mesmo gráfico estão assinalados, por meio de dois círculos brancos, os resultados de dois grandes estudos de trabalhadores expostos a níveis de 80 a 90 dB(A). ROBINSON et al. (1973) encontraram, em trabalhadores da indústria têxtil expostos a níveis de 83 dB(A), perdas de cerca de 5 dB maiores que o do grupo de controle que trabalhava em ambientes de até 70 dB(A). YERG et al. (1978), em estudo envolvendo várias indústrias, observaram perdas de 11 dB em trabalhadores expostos diariamente a níveis de 87 dB(A).

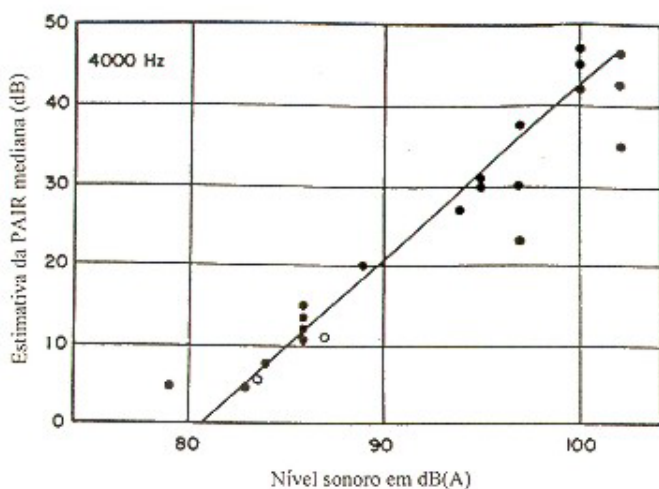
A Figura 16 mostra um conjunto de curvas similares ao da Figura 15 envolvendo todas as frequências audiométricas. Estas curvas indicam que, para exposições contínuas de 8 horas diárias durante um período de 10 anos:

- a) 80 dB(A) é um nível seguro em relação às perdas auditivas induzidas pelo ruído;
- b) 85 dB(A) pode produzir perdas de, aproximadamente, 10 dB nas frequências audiométricas mais sensíveis, ou seja: 3, 4 e 6 KHz;
- c) apenas em exposições a níveis iguais ou maiores que 90 dB(A), as perdas médias induzidas pelo ruído atingem valores que, adicionados às perdas causadas pela presbiacusia socioacusia e nosoacusia, poderão produzir efeitos na audição detectáveis pelos indivíduos.

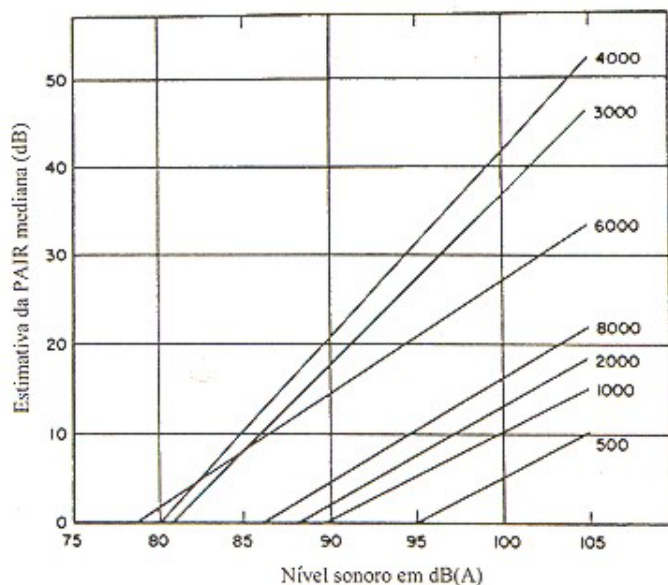
BURNS e ROBINSON (1970) publicaram os resultados de um estudo minucioso abrangendo 759 trabalhadores de várias indústrias. A Figura 17 mostra que eles estimaram os níveis limiares de audição medianos, em 4 KHz, de trabalhadores expostos a vários níveis de ruído por período igual ou superior a 45 anos, assumindo que este nível era zero dB no início de suas vidas laborais. A análise desses contornos confirma o exposto na Figura 15, ou seja, 80 dB(A) não produz perdas significativas. Os contornos também indicam que as perdas induzidas pelo ruído, ao menos nesta frequência, crescem rapidamente nos primeiros anos de exposição, atingindo uma assíntota depois de 10 a 15 anos. A partir daí, os limiares de audição continuam crescendo na mesma medida do grupo de trabalhadores não expostos ao ruído. As perdas induzidas pelo ruído apresentadas na Figura 17 são um pouco menores que as indicadas na Figura 15, mas isto pode ser explicado pelo fato de BURNS e ROBINSON (1970) excluírem algumas fontes de erro que foram introduzidas no estudo sumarizado por PASSCHIER - VERMEER (1968), especialmente as mudanças nos limiares temporários de audição.

Os dados da Figura 17 são consistentes com a adoção, em muitos países, do limite de tolerância de 90 dB(A) para exposições diárias de 8 horas, embora haja quem defenda o limite de 85 dB(A) por acreditar que a perda, em 10 anos, de 15 dB nas altas frequências, é grande para ser tolerada, e argumentam que este valor é apenas uma média que não leva em conta diferenças individuais. Quando a perda média for 15 dB, alguns trabalhadores poderão apresentar perdas de 20 dB e outros de 30 dB.

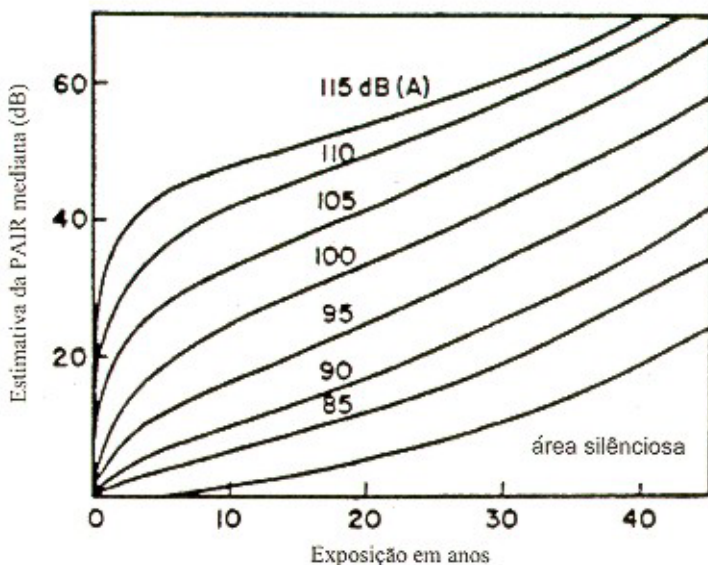




**FIGURA 15** - NIPTS em 4000 Hz, após 10 anos de exposição ou mais, em jornadas diárias de 8 horas e 250 dias por ano  
**FONTE** - WARD (1986). p. 205.



**FIGURA 16** - Estimativas de PASSCHIER-VERMER (1968) de NIPTS, em várias frequências, produzidas em 10 anos ou mais, em jornadas diárias de 8 horas e 250 dias por ano.  
**FONTE**: WARD (1986). p. 206.



**FIGURA 17** - Curvas idealizadas por BURNS e ROBINSON (1970) para o crescimento esperado das NIPTS em 4000 Hz.

FONTE: WARD (1986), p. 207.

### 3.2.3.2 Cálculo das perdas aditivas permanentes induzidas pelo ruído não contínuo

Os limiares de audição de uma população, em decibéis, associados à idade e à exposição ao ruído,  $H'$ , podem ser calculados, com base na norma ISO 1999 (1990), através da seguinte fórmula empírica:

$$H' = H + N - H.N / 120 \quad 3.6$$

onde:  $H$  é o limiar de audição, em dB, associado à idade;

$N$  é perda auditiva induzida pelo ruído;

$N - H.N/120$  é a PAIR efetiva, geralmente chamada de perda auditiva induzida pelo ruído real.

A relação aditiva da equação 24 é uma aproximação dos efeitos biológicos do ruído sobre a audição e foi considerada adequada para os propósitos da norma ISO. É aplicada, apenas, para  $H'$ ,  $H$  e  $N$  correspondentes ao mesmo percentil populacional. O termo  $(H.N/120)$  começa a modificar o  $H'$  de forma significativa apenas quando  $H+N$  é maior que 40 dB.

Os valores de  $N$  são função das frequências audiométricas, do período de exposição ( $\varrho$ ) e do nível de exposição normalizado ( $L_{EX,8h}$ ), avaliado no período de exposição  $\varrho$  em anos.

No anexo B são apresentadas tabelas com valores selecionados na norma ISO 1999(1990).

Baseados nas hipóteses do item 3.1 desse trabalho e no fato de que as perdas auditivas induzidas pelo ruído ocorrem em primeiro lugar nas altas frequências, especialmente em 4000 Hz, pode-se fazer um cálculo aproximado das NIPTS seguindo o procedimento abaixo:

1-subtraem das perdas auditivas totais em 4000 Hz as parcelas devidas às perdas auditivas causadas até o início da vida laboral dos indivíduos (18 a 20 anos). Estas perdas são denominadas perdas referenciais e estão representadas nos quadros b das Figuras 37 a 40.

2- a seguir, subtrai-se do resultado do primeiro passo a parcela devida à idade calculada conforme ISO 7029 (1984).

Em razão do número de dados audiométricos coletados serem insuficientes para representar as categorias profissionais estudadas, os perfis (curvas de NIPTS versus frequências) das NIPTS medianas apresentaram algumas distorções. Essas distorções foram corrigidas por meio de um procedimento de idealização das curvas de NIPTS. As curvas idealizadas foram traçadas seguindo os seguintes critérios:

- a) os valores medianos das NIPTS calculadas, em todas as frequências, devem ser maiores ou iguais as perdas auditivas associadas a idade;
- b) as NIPTS medianas são cumulativas, e por isso sempre aumentam com a duração da exposição;
- c) o crescimento das NIPTS são mínimas, após 10 anos de exposição;
- d) o perfil encontrado, a partir dos dados coletados, para cada categoria, deve ter a forma característica das perdas auditivas induzidas pelo ruído.

### **3.2.4 Procedimento de campo para avaliação da exposição ocupacional ao ruído**

A FUNDACENTRO, fundação pública ligada ao Ministério do Trabalho e responsável por pesquisas e divulgação de matérias relativas à proteção e saúde do trabalhador, está em fase final de elaboração de uma norma com o objetivo de estabelecer critérios e procedimentos para a avaliação da exposição ocupacional ao ruído que implique risco potencial de surdez ocupacional. Partes desta norma foram utilizadas para colher e interpretar os dados de exposição ao ruído, que integram os resultados desta dissertação, razão pela qual são apresentadas a seguir:

#### **3.2.4.1 Avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente**

Os limites de exposição para ruído contínuo ou intermitente podem ser expressos por meio da dose diária ou do nível de exposição normalizado. Neste trabalho avalia-se a exposição dos trabalhadores por meio do nível normalizado representativo da exposição diária do trabalhador, embora este último parâmetro seja totalmente equivalente à dose diária, sendo possível a partir de um obter-se o outro, mediante transformação matemática.

Para determinação da dose ou do nível médio utilizaram-se dosímetros Quest, modelo Q 400, que são medidores integradores de uso pessoal, fixados no trabalhador. Quando da falta destes equipamentos, utilizaram-se medidores integradores de níveis sonoros, Quest, modelo 2900, não fixados no trabalhador. Em cada caso foram seguidos os procedimentos de medição específicos estabelecidos na norma referenciada.

Os dosímetros de ruído e o medidor de níveis sonoros são do tipo 2 de acordo com as especificações constantes da norma ANSI S I.25 (1991) e IEC 804 (1985), respectivamente, e foram ajustados de forma a atender aos seguintes parâmetros:

- circuito de ponderação - "A"
- circuito de resposta - lenta ( slow )
- critério de exposição - dose = 100% para exposição de 8 horas a 85 dB(A)
- faixa de medição mínima - 80 a 115 dB(A)
- incremento de duplicação de dose = 3 ( q = 3 )
- indicação da ocorrência de níveis superiores a 115 dB(A).

O Nível de Exposição Normalizado –  $L_{EX,8h}$ , representativo da exposição diária ao ruído, é determinado pela seguinte expressão:

$$L_{EX,8h} = N_M + 10 \times \log (TE/480) \quad 3.7$$

onde:  $N_M$  é o nível médio determinado, preferencialmente, por meio de um medidor integrador de ruído, em período de tempo suficiente para a obtenção de valor representativo da exposição diária.

TE é o tempo de duração, em minutos, da jornada diária de trabalho.

Neste critério o limite de exposição ocupacional diária ao ruído é corresponde a  $L_{EX,8h} = 85$  dB(A), o limite de exposição valor teto para ruído contínuo ou intermitente é de 115 dB(A) e o nível de ação é de  $L_{EX,8h} = 82$  dB(A).

#### **3.2.4.2 Critérios de avaliação da exposição ocupacional ao ruído de Impacto**

A determinação da exposição ao ruído de impacto ou impulsivo foi realizada por meio de medidor de nível de pressão sonora operando em "Linear" e circuito de resposta para medição de nível de pico.

Neste critério o limite de exposição diária ao ruído de impacto é determinado pela expressão que segue:

$$N_p = 160 - 10 \text{ Log } n \text{ (dB)} \quad 3.8$$

onde:  $N_1$  é o nível de pico, em dB(Lin), máximo admissível;  
n e o número de impactos ou impulsos ocorridos durante a jornada diária de trabalho.

De acordo com a norma, quando o número de impactos ou de impulsos diários exceder a 10.000 ( $n > 10.000$ ), o ruído deverá ser considerado como contínuo ou intermitente.

O limite de tolerância valor teto para ruído de impacto corresponde ao valor de nível de pico de 140 dB(Lin).

O nível de ação para a exposição ocupacional ao ruído de impacto corresponde a  $N_p - 3$  dB.

#### **3.2.4.3 Abordagem dos locais e das condições de trabalho**

A avaliação de ruído foi realizada de forma a caracterizar a exposição de todos os trabalhadores considerados no estudo.

Quando identificados grupos de trabalhadores que apresentavam iguais características de exposição - grupos homogêneos - as medições cobriram um ou mais trabalhadores, cuja situação correspondia à exposição "típica" de cada grupo considerado.

Quando em dúvida quanto à possibilidade de redução do número de trabalhadores a serem avaliados, a abordagem considerou a totalidade dos expostos no grupo considerado.

O conjunto de medições foi representativo das condições reais de exposição ocupacional de cada grupo de trabalhadores objeto do estudo, todavia não cobriu todas as condições operacionais e ambientais habituais, que envolvem o trabalhador no exercício de suas funções, tarefa esta que seria impossível.

Para que as medições fossem representativas da exposição da jornada de trabalho o período de amostragem foi adequadamente escolhido. Foram identificados os ciclos de exposição durante a jornada e realizada a amostragem incluindo um número suficiente destes ciclos. Quando estes não eram regulares ou apresentavam grandes variações de níveis, a avaliação perdurou durante toda jornada de trabalho.

Condições de exposição não rotineiras, decorrentes de operações ou procedimentos de trabalho previsíveis, mas não habituais, foram avaliadas e interpretadas isoladamente, considerando-se a sua contribuição na dose ou no nível médio representativo da exposição ocupacional na jornada de trabalho.

Foram obtidas informações administrativas, corroboradas por observações de campo, necessárias na caracterização da exposição dos trabalhadores, com base no critério utilizado.

#### **3.2.4.4 Procedimentos gerais de medição**

Antes de iniciar as medições foram tomados os seguintes cuidados:

- verificação da integridade eletromecânica e coerência no comportamento de resposta do instrumento;
- verificação do nível de tensão das baterias;

- ajuste dos parâmetros de medição, conforme o critério a ser utilizado;
- calibração de acordo com as instruções do fabricante

As medições foram feitas com o microfone posicionado dentro da zona auditiva do trabalhador, de forma a fornecerem dados representativos da exposição ocupacional diária ao ruído a que fica submetido o trabalhador no exercício de suas funções. No caso de medidores de uso pessoal, o microfone foi posicionado sobre o ombro, preso na vestimenta, dentro da zona auditiva do trabalhador. Quando identificadas diferenças significativas entre os níveis de pressão sonora que atingiam os dois ouvidos, as medições foram realizadas do lado exposto ao maior nível.

Quanto ao direcionamento do microfone, foram obedecidas as orientações do fabricante, constantes do manual do equipamento, de forma a garantir a melhor resposta do medidor.

Cuidados foram tomados para que o posicionamento e a conduta do avaliador não interferissem no campo acústico ou nas condições de trabalho.

Antes de iniciar a medição o trabalhador avaliado foi informado de que:

- a medição não interferia com suas atividades habituais, devendo manter a rotina de trabalho;
- as medições não efetuavam gravação de conversas;
- o equipamento ou microfone nele fixado só poderia ser removido pelo avaliador;
- o microfone nele fixado não poderia ser tocado ou obstruído.

Os dados obtidos só foram validados quando, após a medição, observou-se que o equipamento manteve as condições iniciais de uso.

Na ocorrência simultânea de ruído contínuo e/ou intermitente com ruído de impacto, a avaliação da exposição ocupacional a ruído de impacto foi realizada de forma independente, utilizando-se os procedimentos específicos apresentados na norma retrocitada.

A participação do ruído de impacto também foi considerada na avaliação da exposição ao ruído contínuo ou intermitente.

#### **3.2.4.5 Interpretação dos resultados**

A interpretação dos resultados depende do tipo de ruído gerado conforme descrito abaixo:

##### **a) Ruído Contínuo ou Intermitente**

Com base no critério apresentado no item 3.2.4.1, sempre que o nível de exposição normalizado ( $L_{EX,8h}$ ) for superior a 85 dB(A) o limite de exposição será ultrapassado, exigindo a adoção imediata de medidas de controle.

Se o  $L_{EX,8h}$  estiver entre 82 dB(A) e 85 dB(A) a exposição deve ser considerada acima do nível de ação, devendo ser adotadas medidas preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições ao ruído ultrapassem o limite

de exposição. Abaixo de 82 dB(A) a exposição deve ser considerada aceitável, dispensando outras medidas de controle até então aplicadas.

Não é permitida, em nenhum momento da jornada de trabalho, exposição a níveis de ruído contínuo ou intermitente acima de 115 dB(A) para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos, independentemente dos valores obtidos para dose diária ou para o nível de exposição normalizada.

#### **b) Ruído de Impacto**

Com base no critério apresentado no item 3.2.4.2, sempre que o nível de pico ultrapassar o nível máximo permitido - **N<sub>p</sub>**, calculado para o número de impactos a que o trabalhador está exposto em sua jornada diária de trabalho, o limite de exposição será ultrapassado, exigindo a adoção imediata de medidas de controle.

Não é permitida exposição a ruído de impacto ou impulsivo com níveis de pico superiores a 140 dB para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos.

Se o nível de pico estiver entre ( **N<sub>p</sub> - 3** ) e **N<sub>p</sub>** a exposição deve ser considerada acima do nível de ação, devendo ser adotadas medidas preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições ao ruído ultrapassem o limite de exposição.

#### **c) Ruído Contínuo ou Intermitente simultâneo com Ruído de Impacto**

Na ocorrência simultânea de ruído contínuo ou intermitente e ruído de impacto, a exposição ocupacional estará acima do limite de exposição, quando pelo menos o limite para um dos tipos de ruído for excedido.

Não é permitida, em nenhum momento da jornada de trabalho, exposição a níveis de ruído contínuo ou intermitente acima de 115 dB(A) para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos, independentemente dos valores obtidos para dose diária ou para o nível de exposição normalizada.

Não é permitida exposição a ruído de impacto ou impulsivo com níveis de pico superiores a 140 dB para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados de campo são apresentados considerando-se os níveis de exposição sonoros de várias atividades típicas de cada categoria e os espectros sonoros das máquinas utilizadas. Depois são apresentados os resultados provenientes do tratamento dos dados audiométricos levando-se em conta a faixa etária e os percentis das perdas auditivas populacionais, além da análise confrontando os dados de campo e os dados audiométricos de cada categoria estudada.

#### 4.1 Resultados de medidas de campo

##### 4.1.1 Função: Ajudante Geral

**TABELA 7 - Níveis equivalentes ( $L_{eq}$ ) de máquinas utilizadas por ajudantes gerais**

Atividade	$L_{eq}$
Aterramento( uso de pá, carrinho, enxada, compactador manual)	71,0 dB(A)
Auxiliar do bate estaca durante cravação de estaca	92,0 dB(A)
Colocação de gesso	68,0 dB(A)
Concretagem de pilar com uso de lata	68,0 dB(A)
Concretagem de viga em residência	77,1 dB(A)
Corte de piso esmaltado com serra mármore de bancada	110,6 dB(A)
Corte de junta de dilatação de piso com "makitô"	103,2 dB(A)
Descarregamento de material (piso)	79,4 dB(A)
Escavação de solo com uso de pá e picareta 1	74,4 dB(A)
Escavação de solo com uso de pá e picareta 2	74,0 dB(A)
Movimentação de areia e sacos de cimento com carrinho de mão	75,0 dB(A)
Movimentação de argamassa	81,1 dB(A)
Movimentação de argamassa e tijolos	74,6 dB(A)
Movimentação de jericas durante concretagem (sob laje)	90,5 dB(A)
Movimentação de tijolos (pilha ao pedreiro, 15 metros)	73,2 dB(A)
Movimentação e carregamento de blocos, entulho, argamassa e barras de ferro 1	78,3 dB(A)
Movimentação e carregamento de blocos, entulho, argamassa e barras de ferro 2	82,0 dB(A)
Operador de "bambolê" marca Honda GX 160	80,6 dB(A)
Operador de bate estaca	99,9 dB(A)
Operador de betoneira	84,3 dB(A)
Operador de elevador de materiais (havendo concretagem)	97,5 dB(A)
Operador de elevador de materiais (sem haver concretagem)	79,3 dB(A)
Operador de elevador de passageiros 1	84,2 dB(A)
Operador de elevador de passageiros 2	82,1 dB(A)
Operador de pá carregadeira Daewoo DSL 600	91,6 dB(A)
Operador de régua vibratória	84,2 dB(A)
Operador de vibrador de imersão	84,8 dB(A)
Preparação de argamassa e transporte de materiais (argamassa e tijolos) 1	77,3 dB(A)
Preparação de argamassa e transporte de materiais (argamassa e tijolos) 2	65,1 dB(A)
Preparação de argamassa, transporte com uso de lata e montagem de andaimes de madeira	82,9 dB(A)
Quebra de contra piso com marreta e talhadeira 1	89,4 dB(A)
Quebra de contra piso com marreta e talhadeira 2	87,8 dB(A)
Tração e corte de fios elétricos	79,5 dB(A)



**TABELA 8** - Espectros sonoros de máquinas usadas por ajudantes gerais em dB e respectivos níveis globais de pressão sonora (SPL) em dB(A) no ponto de operação.

Materia	Máquinas	Frequências (Hz)								
		125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	SPL
areia	Britadeira	77,6	75,2	84,1	95,9	97,3	98,5	100,9	-	104,0
	Jateamento	80,0	75,7	85,9	90,0	98,5	102,2	99,0	88,5	110,0
¼ de carga	Betoneira	66,7	71,9	80,5	89,1	87,1	82,2	72,6	58,0	87,0
carga total	Betoneira	69,3	73,6	79,9	87,0	86,1	80,6	71,0	57,6	87,0
bloco cimento	Lixadeira	52,0	64,8	77,2	87,0	92,7	95,0	94,6	86,3	102,0
estrutura concreto	Lixadeira	65,4	73,4	80,4	87,0	91,5	90,6	96,0	92,9	100,0
massa	Guincho	78,1	75,9	74,4	73,7	73,7	70,3	69,2	65,8	87,0
massa	Guincho	74,4	71,2	77,1	77,7	76,3	74,3	71,0	60,8	83,0
solo	Compactador	85,7	79,0	86,2	83,4	81,4	76,1	70,2	63,0	85,8

#### 4.1.2 Função: Pedreir

**TABELA 9** - Níveis equivalentes ( $L_{eq}$ ) das tarefas executadas por pedreir

Atividade	$L_{eq}$
Assentamento de cerâmica(piso) 1	77,6 dB(A)
Assentamento de cerâmica(piso) 2	77,9 dB(A)
Assentamento de cerâmica(piso) 3	87,0 dB(A)
Chapisco de parede	74,4 dB(A)
Chapisco e montagem de andaimes de madeira (70 e 30% do tempo, respectivamente)	85,6 dB(A)
Concretagem de viga em residência	75,0 dB(A)
Contrapiso	69,0 dB(A)
Corte e assentamento de granito 1	102,0 dB(A)
Corte e assentamento de granito 2	104,3 dB(A)
Levantamento de parede com tijolos "baiano" 1	80,2 dB(A)
Levantamento de parede com tijolos "baiano" 2	74,4 dB(A)
Levantamento de parede com tijolos maciços	72,3 dB(A)
Limpeza do local	75,0 dB(A)
Quebra de parede para instalação elétrica e limpeza do local	86,8 dB(A)
Reboque de parede 1	72,2 dB(A)
Reboque de parede 2	72,7 dB(A)
Requadração (quebra de concreto com martelo e talhadeira para nivelção de piso e portas) 1	88,9 dB(A)
Requadração (quebra de concreto com martelo e talhadeira para nivelção de piso e portas) 2	85,3 dB(A)
Taliscamento	78,5 dB(A)

**TABELA 10** - Espectros sonoros de máquinas usadas por pedreiros em dB e respectivos níveis globais de pressão sonora (SPL), em dB(A), no ponto de operação.

Materiais	Máquinas	Frequências (Hz)								
		125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	SPL
azulejos	Serra Maquita	53,5	70,0	78,0	86,0	98,0	106,0	104,0	96,0	109,0
ardósia	Serra Maquita	53,0	70,0	77,8	93,3	96,9	99,7	100,7	91,4	104,0
carga total	Betoneira	69,3	73,6	79,9	87,0	86,1	80,6	71,0	57,6	87,0
bloco cimento	Lixadeira	52,0	64,8	77,2	87,0	92,7	95,0	94,6	86,3	102,0

#### 4.1.3 Função: Armador

**TABELA 11** - Níveis equivalentes ( $L_{eq}$ ) das tarefas executadas por armadores

Atividade	$L_{eq}$
Amarração das ferragens em lajes	78,3 dB(A)
Corte de aço com policorte e montagem das ferragens	77,1 dB(A)
Corte de aço com policorte e tempo de reposição	90,0 dB(A)
Corte, dobramento de barras de ferro e montagem de ferragens	74,2 dB(A)
Enrolamento de arame e corte de aço com policorte	85,1 dB(A)
Montagem das ferragens das vigas	72,3 dB(A)
Montagem de ferragens dos pilares	75,6 dB(A)

**TABELA 12** - Espectros sonoros de máquinas usadas por armadores em dB e respectivos níveis globais de pressão sonora (SPL), em dB(A), no ponto de operação

Materiais	Máquinas	Frequências (Hz)								
		125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	SPL
ferragem	Policorte	58,0	74,7	88,0	95,8	92,0	100,7	100,7	91,8	107,2

#### 4.1.4 Função: carpinteiro

**TABELA 13** - Níveis equivalentes ( $L_{eq}$ ) e níveis de pressão sonora de impactos (SPL) de martelos de tarefas executadas por carpinteiros.

Atividade	$L_{eq}$
Amarração de fôrmas de viga com arame e ruído de fundo 1	82,5 dB(A)
Amarração de fôrmas de viga com arame e ruído de fundo 2	81,0 dB(A)
Batidas com martelo em pregos (fixação de fôrmas e escoramento)	SPL = 120 a 130 dB(Lin)
Batidas com martelo em pregos (telhados prediais)	SPL = 125 a 139 dB(Lin)
Batidas com martelo em pregos (telhados prediais) medida a 3 metros do martelo	SPL = 109 a 123 dB(Lin)
Batidas com martelos (ajustamento de tábuas e caibros de escoramento de laje)	SPL = 126 a 142 dB(Lin)
Batidas com martelos (ajustamento de tábuas e caibros de escoramento de laje) medida a 3 metros do martelo	SPL = 120 a 129 dB(Lin)
Corte de madeiras com serra circular	98,0 dB(A)
Corte de madeiras com serra circular ( medida a 5 metros da serra)	88,5 dB(A)
Desforma de escada predial a 3m do martelo	82,5 dB(A)
Desforma de laje e retirada de escoramento	83,1 dB(A)
Montagem de fôrmas de laje (assoalho)	88,3 dB(A)
Montagem de fôrmas de laje (escoramento) 1	89,0 dB(A)
Montagem de fôrmas de laje (escoramento) 2	95,7 dB(A)
Montagem de fôrmas de laje (escoramento) 3	100,0 dB(A)
Montagem de fôrmas de laje (escoramento) 4	98,3 dB(A)
Montagem de fôrmas de viga 1	91,2 dB(A)
Montagem de fôrmas de viga 2	84,0 dB(A)
Montagem de fôrmas de viga (uso de serra circular, martelo e serrote) 1	89,6 dB(A)
Montagem de fôrmas de viga (uso de serra circular, martelo e serrote) 2	90,0 dB(A)
Montagem e colocação de fôrmas ( com uso de furadeira , martelo, serrote)	92,2 dB(A)
Montagem e colocação de fôrmas ( uso de martelo, serrote, furadeira)	87,7 dB(A)
Seleção e corte de vários tipos de madeira com serra circular	97,4 dB(A)

**TABELA 14** -Espectros sonoros de máquinas usadas por carpinteiros em dB e respectivos níveis globais de pressão sonora (SPL) em dB(A) no ponto de operação.

Materiais	Máquinas	Frequências (Hz)								SPL
		125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
maderite	Serra Circular	63,0	71,0	79,0	89,0	104,0	104,0	95,5	82,0	88,5
tábua 2.5cm	Serra Circular	75,2	76,7	77,8	97,3	96,9	99,7	100,7	86,0	104,0

#### 4.1.2 Espectros sonoros de máquinas utilizadas na Construção Civil

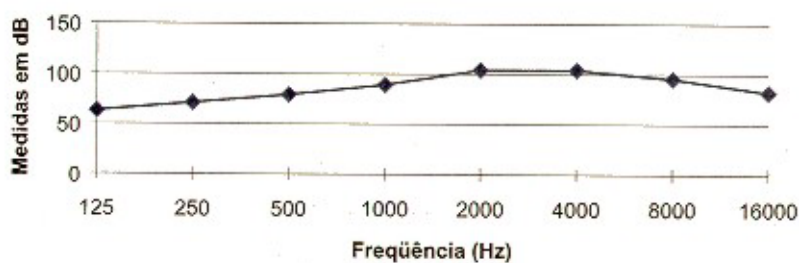


FIGURA 18 - Espectro sonoro de serra circular (corte de maderite)

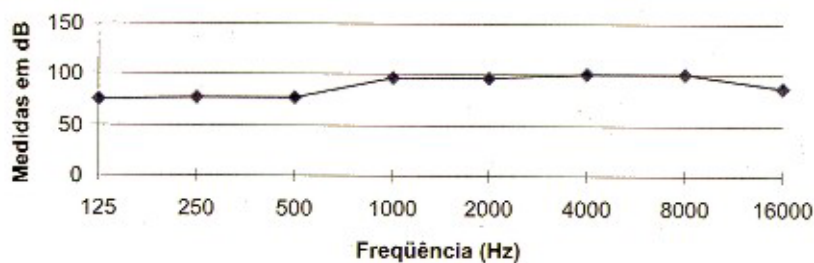


FIGURA 19 - Espectro sonoro de serra circular (corte de tábua de 2,5cm)

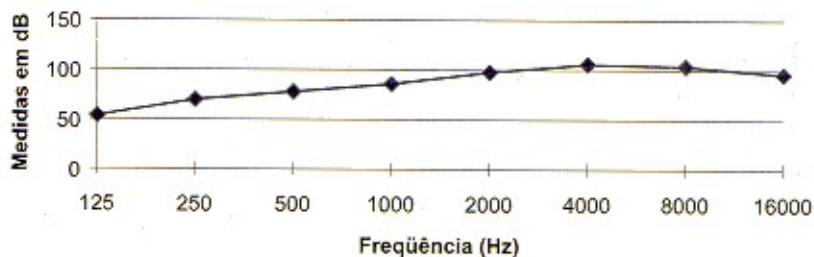
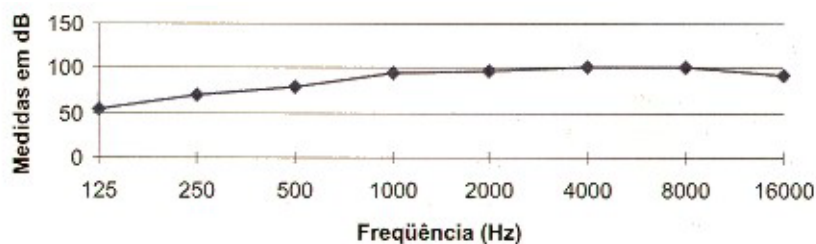
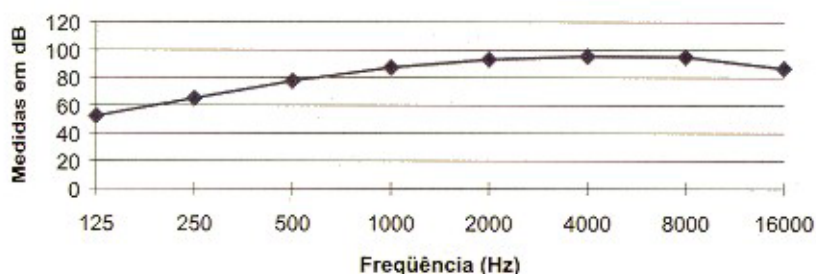


FIGURA 20 - Espectro sonoro de serra manual (corte de azulejos)

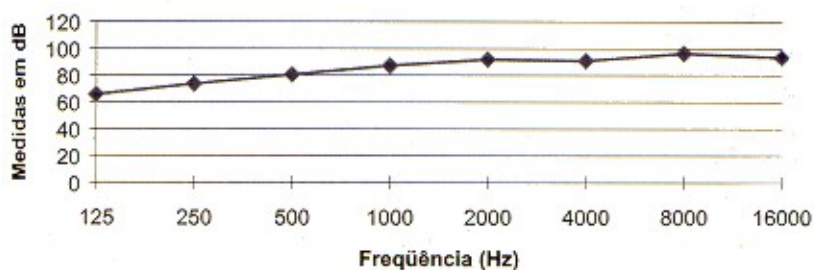




**FIGURA 21** – Espectro sonoro de serra manual (corte de ardósia)



**FIGURA 22** – Espectro sonoro de lixadeira (corte de blocos de concreto)



**FIGURA 23** – Espectro sonoro de lixadeira (corte de estrutura de concreto)

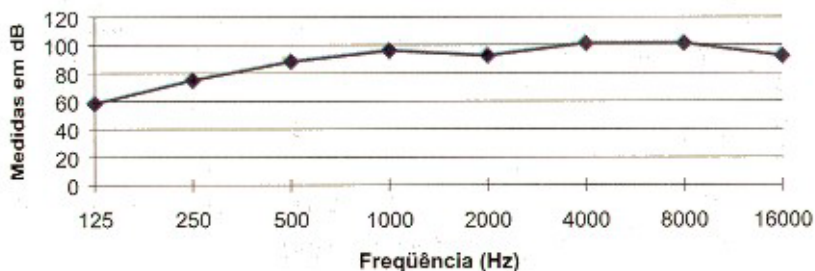


FIGURA 24 – Espectro sonoro de policorte ( corte de ferragens)

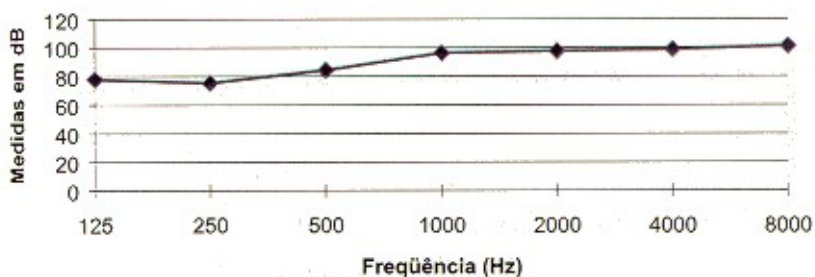


FIGURA 25 – Espectro sonoro de britadeira

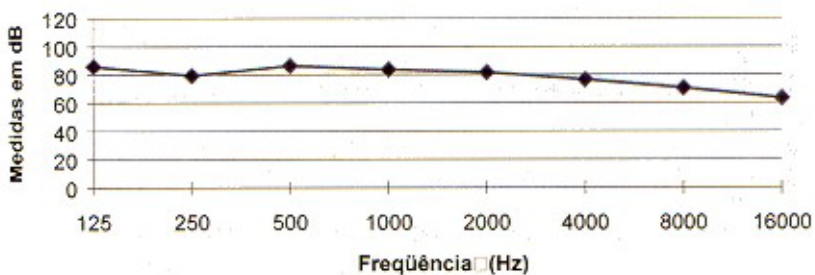


FIGURA 26 – Espectro sonoro de compactador de solo

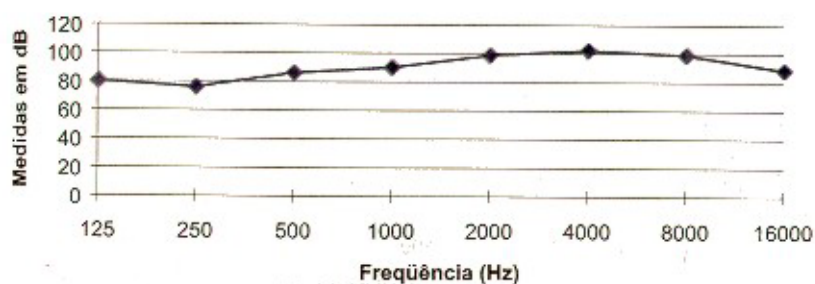


FIGURA 27 – Espectro sonoro de jateamento de areia

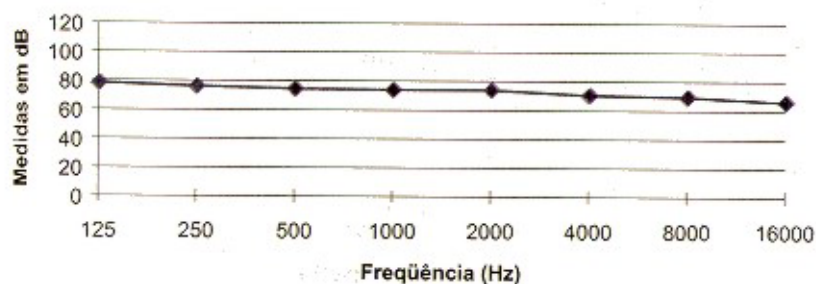


FIGURA 28 - Espectro sonoro de guincho 1

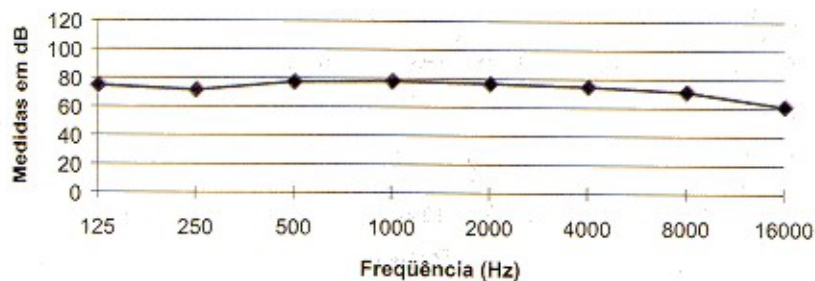
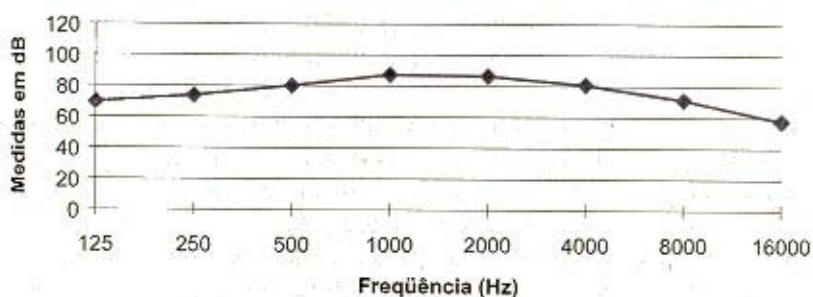
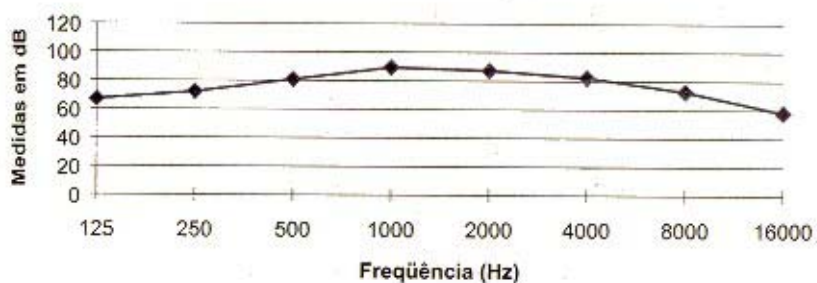


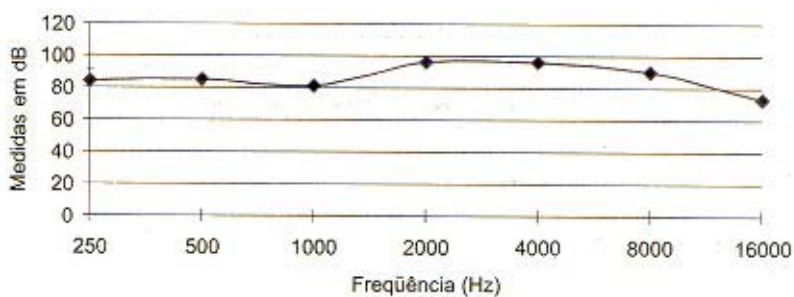
FIGURA 29 – Espectro sonoro de guincho 2



**FIGURA 30** – Espectro sonoro de betoneira (carga total)



**FIGURA 31** – Espectro sonoro de betoneira (1/4 da carga total)



**FIGURA 32** - Espectro sonoro de furadeira com broca de 1/2" (furando madeira)



## 4.2 Resultados do tratamento dos dados audiométricos

Outro resultado deste trabalho foi o levantamento das perdas auditivas induzidas pelo ruído dos trabalhadores de cada categoria estudada. Assim, a seguir, são apresentadas distribuições populacionais de perdas auditivas totais (induzidas pelo ruído e por outros agentes) e os perfis medianos de perdas auditivas induzidas pelo ruído não contínuo levando-se em consideração a função exercida na Construção Civil, a idade média (IM) e tempo de exposição médio (EM). Dentro deste panorama, para melhor entendimento e visão, foram utilizados gráficos, demonstrativos de cálculos e tabelas que resumem os resultados deste procedimento. Os resultados dos perfis de perdas auditivas induzidas pelo ruído e os níveis e espectros sonoros das máquinas medidos em campo foram introduzidos no corpo do trabalho, enquanto os dados utilizados e demonstrativos de cálculos, para cada função, estão apresentados no anexo E.

### 4.2.1 Distribuição populacional de perdas auditivas totais

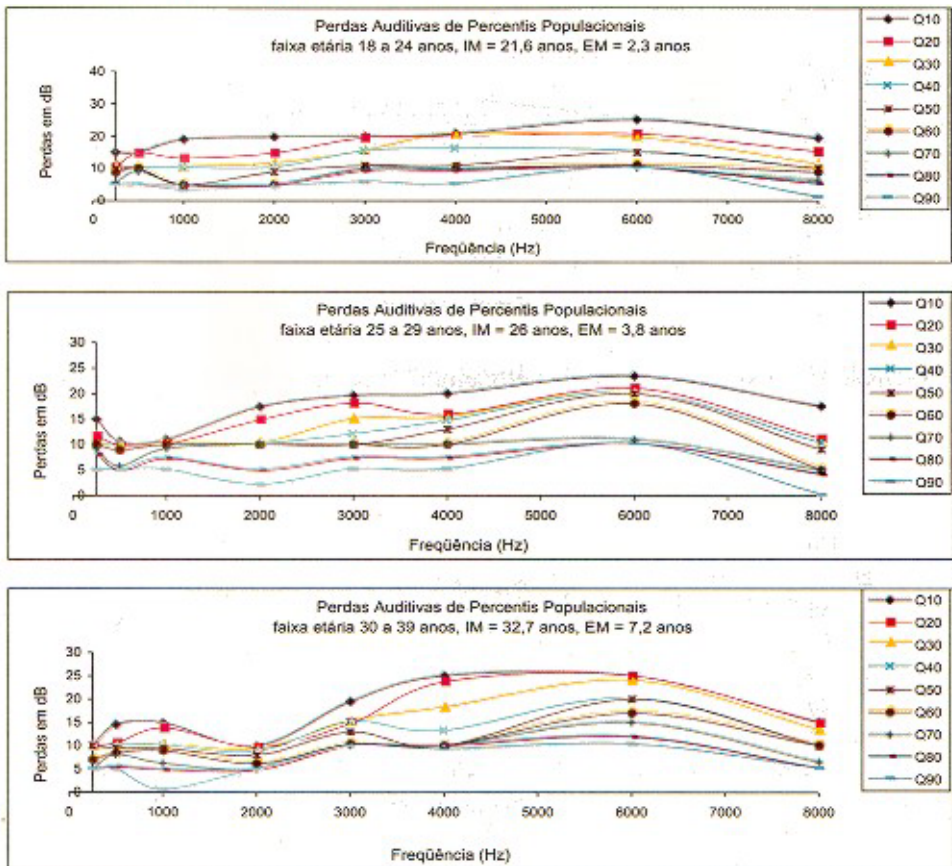
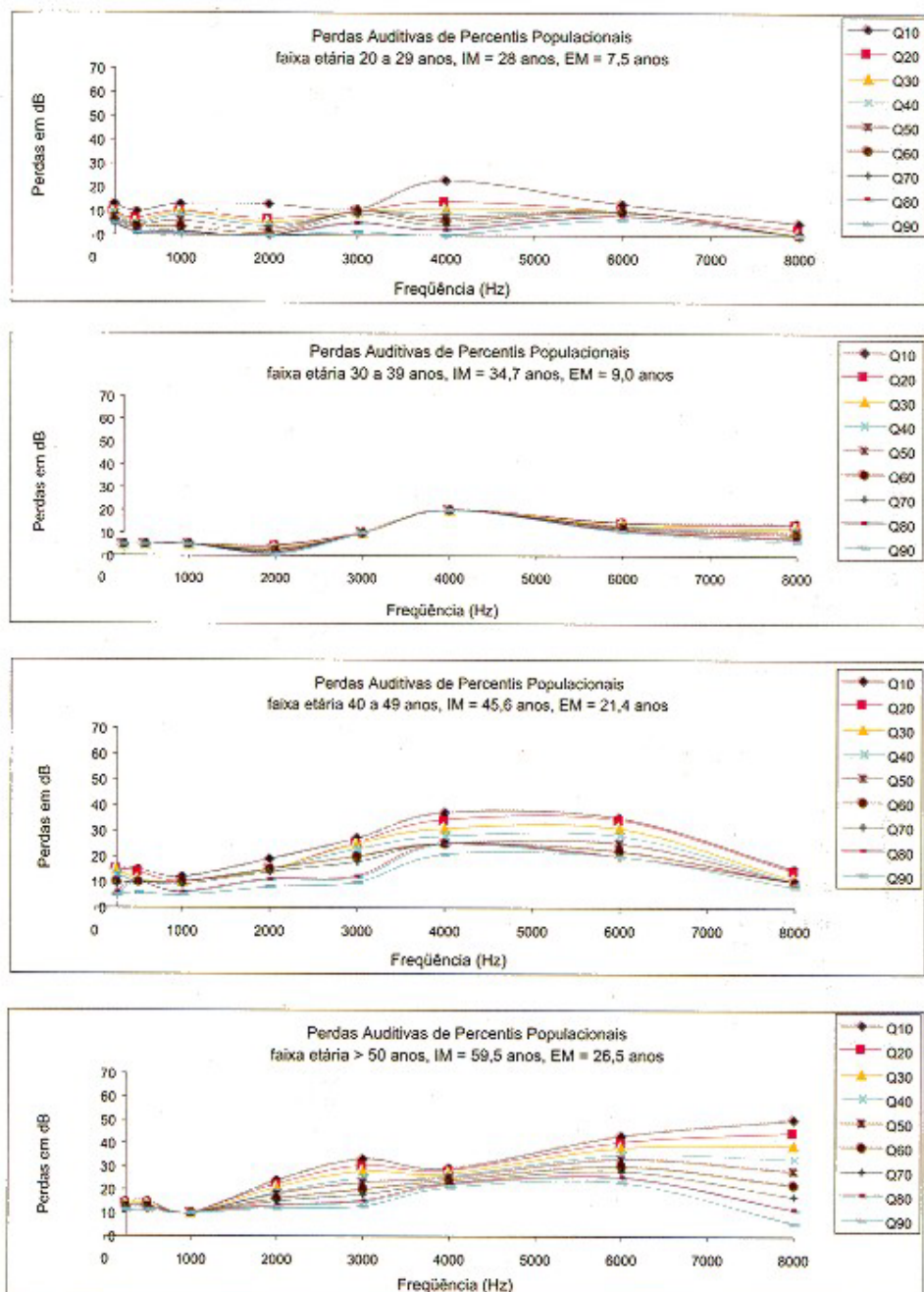
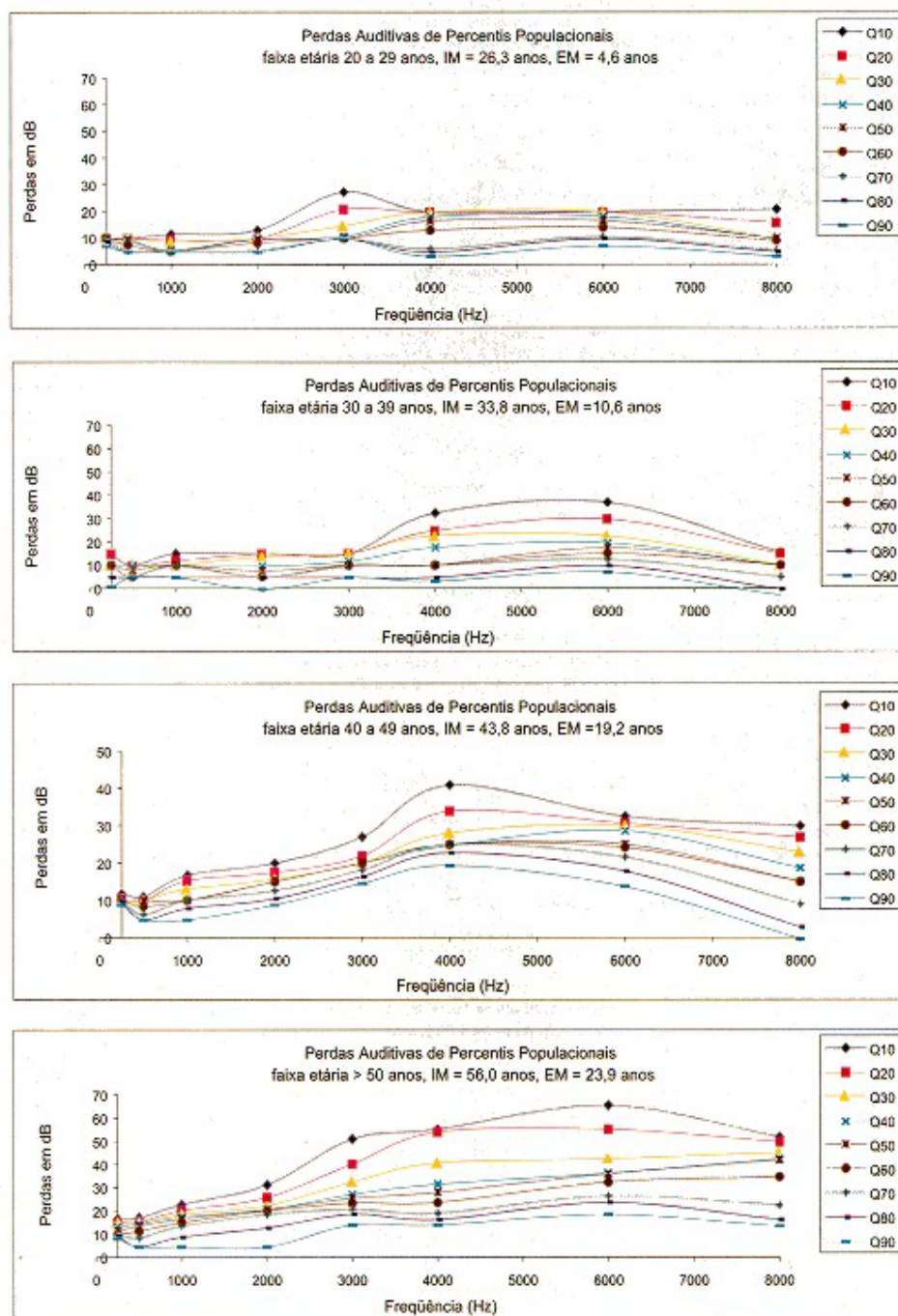


FIGURA 33 - Distribuição de perdas auditivas de percentis populacionais de ajudantes gerais

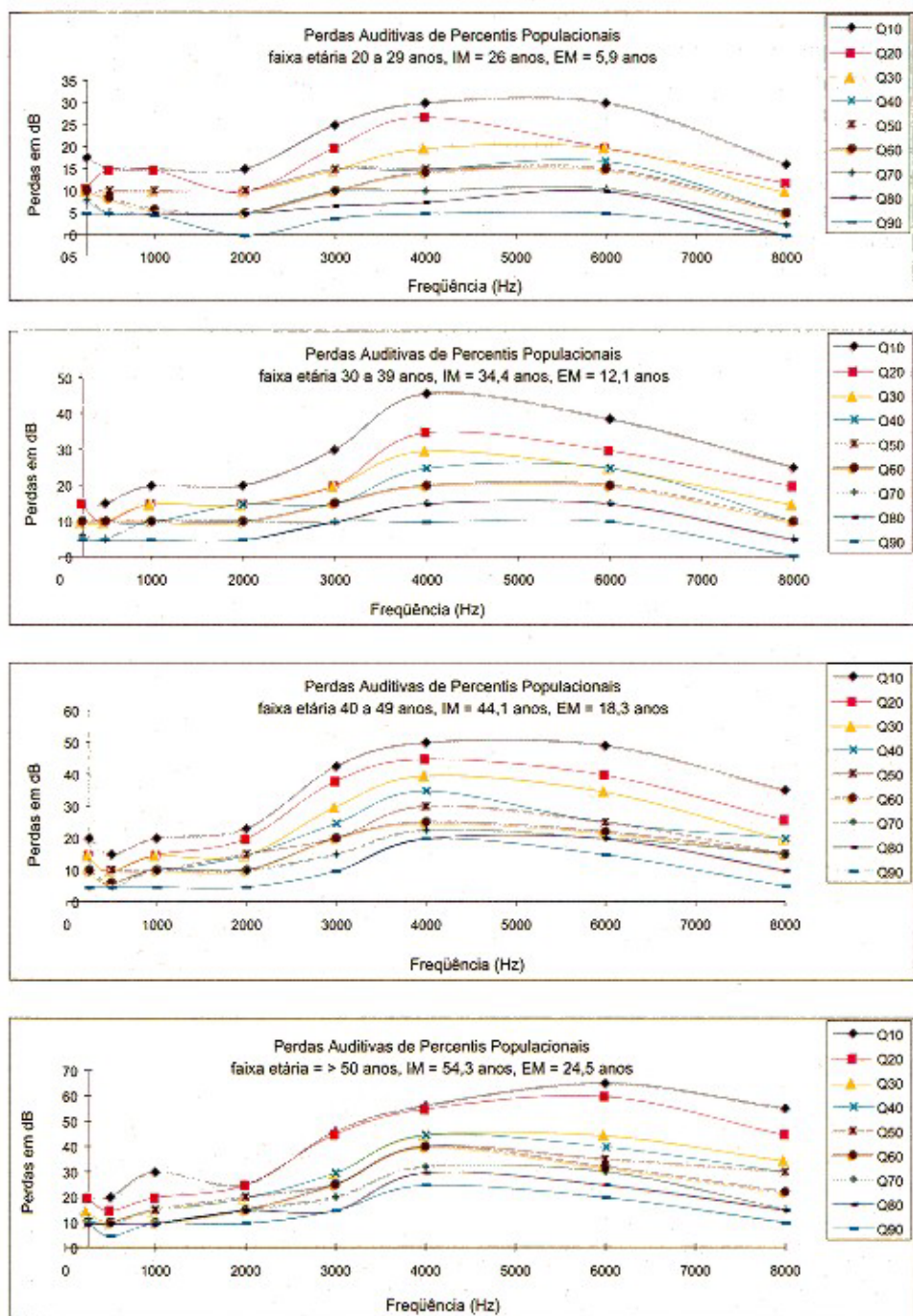


**FIGURA 34** – Distribuição de perdas auditivas de percentis populacionais de pedreiros



**FIGURA 35** - Distribuição de perdas auditivas de percentis populacionais de armadores



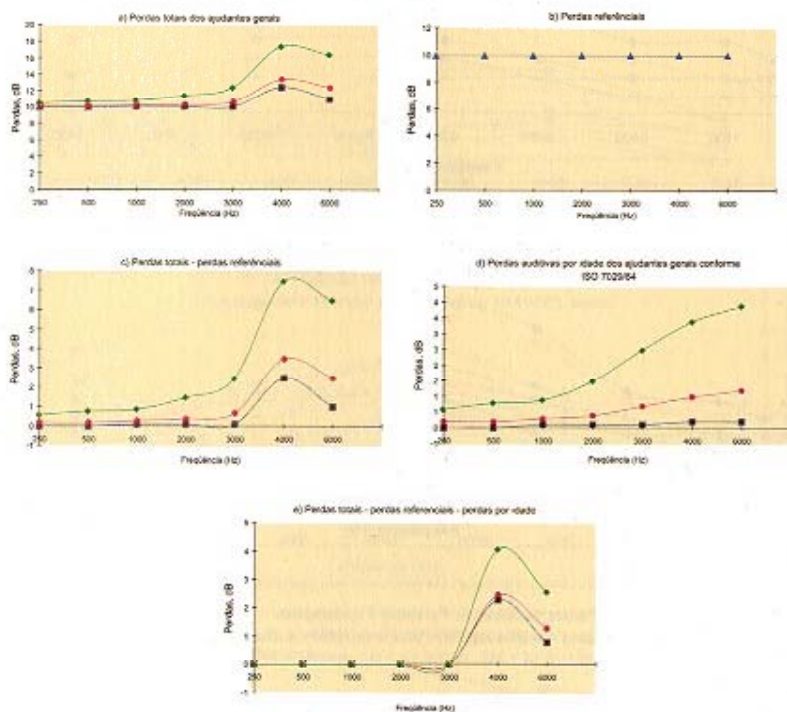


**FIGURA 36 -** Distribuição de perdas auditivas de percentis populacionais de carpinteiros

O procedimento para determinação das perdas medianas induzidas pelo ruído em uma categoria profissional é mostrado nas Figuras 37, 38, 39 e 40, as quais apresentam os resultados para a categoria profissional específica, conforme itens **a, b, c, d e e**.

Neste procedimento tem-se que no item (a) são apresentadas as perdas medianas totais da categoria estudada; em (b) aparecem as perdas auditivas referenciais, ou seja, aquelas em indivíduos de 18 a 20 anos considerados otologicamente normais. Estas são perdas esperadas na sociedade como um todo, geradas por ruídos não ocupacionais e “doenças” da própria sociedade; em (c) observa-se a eliminação das perdas referenciais sobre as perdas totais; em (d) são indicadas as perdas auditivas associadas a idade estimadas pela norma ISSO 7029 (1984) e em (e) mostram-se as perdas auditivas induzidas, apenas, pelo ruído ou totais diminuídas das perdas referenciais e da idade (presbiacusia).

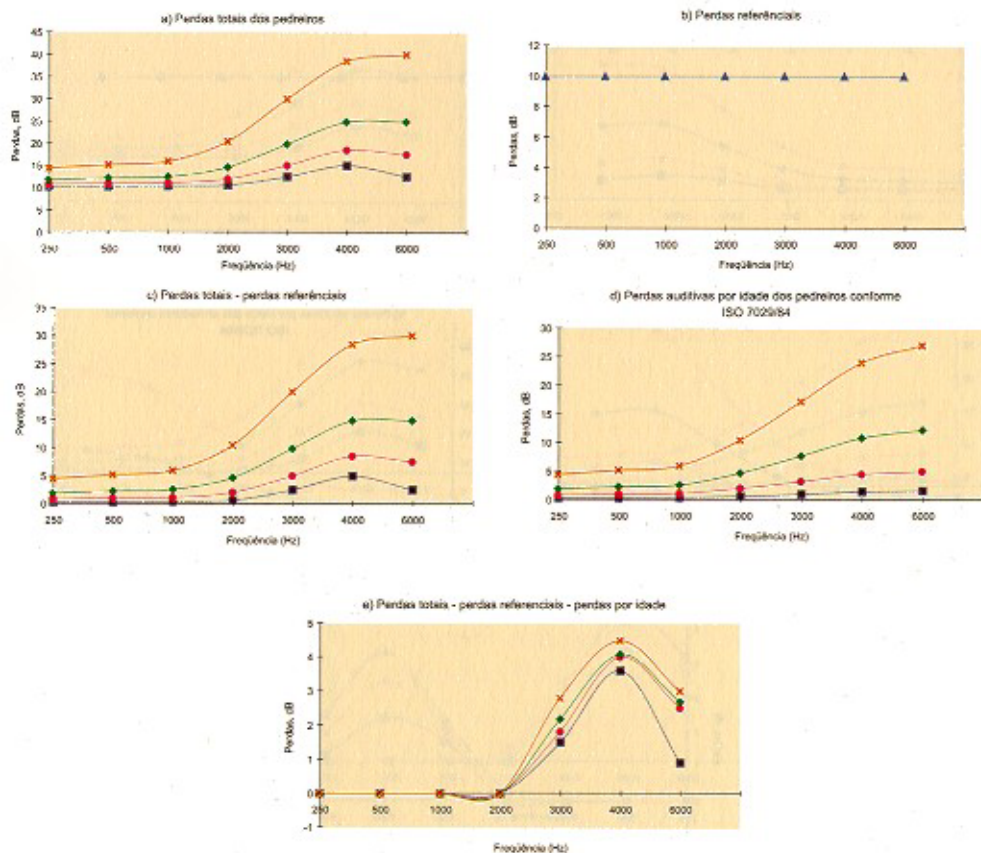
#### 4.2.2 NIPTS medianas para o grupo de ajudantes gerais



- Faixa Etária = 18-24 anos; Idade Média = 21,6 anos; Exposição Média = 2,3 anos
- Faixa Etária = 25-29 anos; Idade Média = 26,0 anos; Exposição Média = 3,8 anos
- Faixa Etária = 30-39 anos; Idade Média = 32,7 anos; Exposição Média = 7,2 anos
- <sup>2</sup> Faixa Etária > 40 anos; não houve dados suficientes para traçar a curva das NIPTS

**FIGURA 37** - Determinação do perfil mediano das perdas auditivas induzidas pelo ruído do grupo de ajudantes gerais

### 4.2.3 NIPTS medianas para o grupo de pedreiros

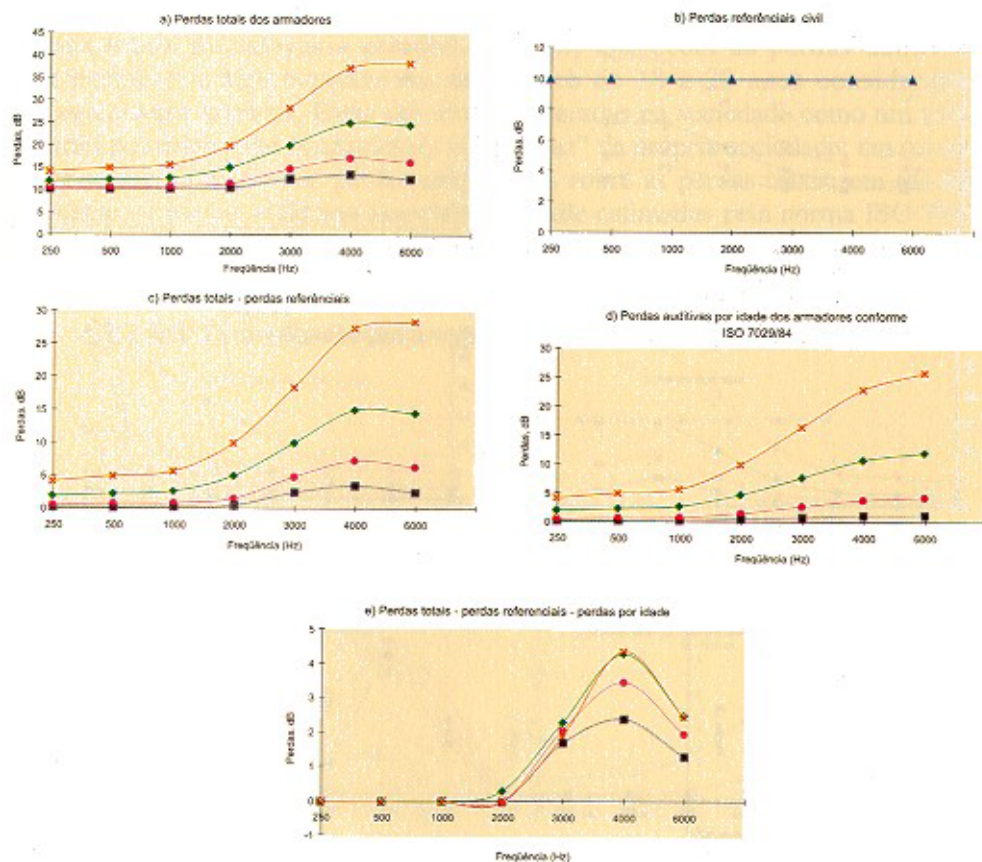


- Faixa Etária = 20-29 anos; Idade Média = 28,0 anos; Exposição Média = 7,5 anos
- Faixa Etária = 30-39 anos; Idade Média = 34,7 anos; Exposição Média = 9,0 anos
- ◊ Faixa Etária = 40-49 anos; Idade Média = 45,6 anos; Exposição Média = 21,4 anos
- ∧ Faixa Etária = > 50 anos; Idade Média = 59,5 anos; Exposição Média = 26,5 anos

**FIGURA 39** - Determinação do perfil mediano das perdas auditivas induzidas pelo ruído para o grupo de pedreiros



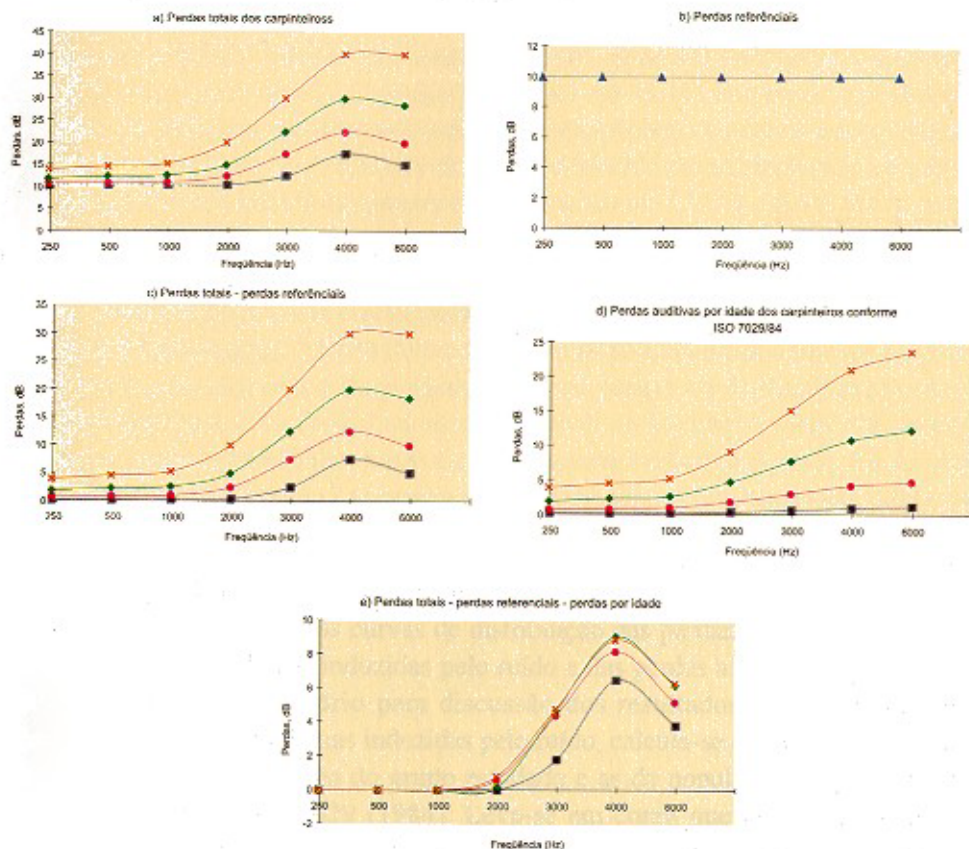
## 4.2.4 NIPTS medianas para o grupo de armadores



- Faixa Etária = 20-29 anos; Idade Média = 26,3 anos; Exposição Média = 4,6 anos
- Faixa Etária = 30-39 anos; Idade Média = 33,8 anos; Exposição Média = 10,6 anos
- Faixa Etária = 40-49 anos; Idade Média = 43,8 anos; Exposição Média = 19,2 anos
- ∧ Faixa Etária = > 50 anos; Idade Média = 56,0 anos; Exposição Média = 23,9 anos

**FIGURA 38** - Determinação do perfil mediano das perdas auditivas induzidas pelo ruído para o grupo de armadores

## 4.2.5 NIPTS medianas para o grupo de carpinteiros



- Faixa Etária = 20-29 anos; Idade Média = 26,0 anos; Exposição Média = 5,9 anos
- Faixa Etária = 30-39 anos; Idade Média = 34,4 anos; Exposição Média = 12,1 anos
- Faixa Etária = 40-49 anos; Idade Média = 44,1 anos; Exposição Média = 18,3 anos
- ◌ Faixa Etária = > 50 anos; Idade Média = 54,3 anos; Exposição Média = 24,5 anos

**FIGURA 40** - Determinação do perfil mediano das perdas auditivas induzidas pelo ruído para a população de carpinteiros





### **5.1 Procedimento audiométrico**

É feita uma análise das curvas de distribuição das perdas auditivas totais, das curvas de perdas medianas induzidas pelo ruído e das perdas associadas à idade em cada categoria e grupo etário para discussão dos resultados. Com o intuito de quantificar as perdas medianas induzidas pelo ruído, calcula-se a diferença, em 4000 Hz, entre as perdas auditivas do grupo estudado e as da população otologicamente normal descrita na ISO 7029 (1984). Leva-se em conta que as perdas auditivas induzidas pelas exposições ao ruído são maiores em 4000 Hz que em outras frequências. Isto, além de facilitar a sua identificação, permite menores erros de cálculo do efeito do ruído na audição e conseqüentemente da avaliação qualitativa do risco.

Na interpretação dos resultados obtidos utiliza-se o critério estabelecido no item 3.2.4.5. Compara-se as perdas auditivas induzidas pelo ruído do grupo de trabalhadores de maior exposição com as perdas geradas em exposições aos ruídos contínuos de 85 dB(A) e 82 dB(A) calculadas conforme ISO 1999 (1990). Este cálculo baseia-se em jornadas diárias de trabalho de 8 horas. É importante observar que a primeira comparação deu-se em relação ao limite de tolerância e a segunda, em relação ao nível de ação, ambos estabelecidos pela norma da FUNDACENTRO (1998). Embora o limite de tolerância e o nível de ação não sejam linhas divisórias entre exposições danosas e não danosas do aparelho auditivo, eles podem servir para expressar, neste caso, se o risco de danos delas decorrentes é aceitável ou não pela sociedade e se há necessidade de medidas preventivas ou de controle do ruído numa determinada função.

### **5.1.1 Ajudantes gerais**

As curvas de distribuição de perdas auditivas totais nos três grupos etários estudados, Figura 32, apresentam praticamente o mesmo comportamento em todos os percentis populacionais. As inclinações das curvas tendem a aumentar à medida que aumenta a faixa etária aproximando-se do comportamento das curvas de perdas associadas à idade, pelo menos nas frequências até 4000 Hz. Apenas 10% dos trabalhadores da última faixa etária formada por indivíduos de 30 a 39 anos (idade média de 32,7 anos) e tempo de exposição ao ruído de 7,2 anos apresentaram perdas totais maiores que 25 dB em 4000 Hz. As perdas medianas induzidas pelo ruído, NIPTS, nesta mesma frequência ficaram abaixo de 4,1 dB nas três faixas etárias. O cálculo do valor mediano da NIPTS em 4000 Hz, considerando-se uma exposição a ruído contínuo de 85 dB(A) em jornadas diárias de 8 horas em um período de exposição de 7,2 anos, igual à dos ajudantes gerais mais idosos, resultou em de 5 dB. O mesmo cálculo utilizando o nível de ação resultou em 2,1 dB. É importante ressaltar que, nesta função, excepcionalmente, dividimos os audiogramas em apenas três faixas etárias porque muito poucos ajudantes gerais permanecem nesta função após 40 anos. Pode-se explicar este fato mediante as promoções a categoria mais especializadas e pela desistência do exercício profissional da categoria, já que as tarefas exigem muito esforço físico e exposição a agentes nocivos, como o cal, cimento, sílica, etc. O intervalo da faixa etária dos ajudantes gerais também é diferente dos intervalos etários das outras funções, porque um grande número de indivíduos jovens que iniciam sua vida de trabalho ingressam na Construção Civil justamente nessa categoria profissional.

Analisando-se os resultados conforme o critério estabelecido chega-se à conclusão que as medidas de controle de ruído que vêm sendo aplicadas nas tarefas executadas pelos ajudantes gerais são suficientes para prevenir perdas permanentes induzidas pelo ruído que impliquem danos capazes de afetar significativamente a comunicação verbal de trabalhadores nessa categoria, mas é necessário um monitoramento para garantir que possíveis mudanças nas condições de trabalho não venham a causar um aumento na exposição sonora, e em consequência, maiores perdas auditivas.

### **5.1.2 Pedreiros**

Embora os pedreiros apresentassem maior tempo de exposição ao ruído que os ajudantes gerais, as curvas de perdas auditivas totais nos 4 grupos etários, mostradas na Figura 33, apresentaram o mesmo comportamento, ou seja, aproximada mente o das curvas de perdas associadas à idade nas frequências menores ou igual a 4000 Hz. Perdas totais maiores que 58 dB em 4000 Hz foram encontradas em 10% dos trabalhadores da última faixa etária, formada por indivíduos de mais de 50 anos (idade média de 59,9 anos) e tempo de exposição ao ruído de 26,5 anos.

As perdas medianas induzidas pelo ruído (NIPTS) nessa frequência ficaram abaixo de 5 dB e as NIPTS geradas entre as exposições contínua de 82 e 85 dB(A), durante o mesmo período, são estimadas em 3,0 e 6,1 dB(A), respectivamente.

Com base no critério de interpretação estabelecido, conclui-se que, embora as medidas de controle de ruído existentes nas atividades de pedreiros sejam suficientes na prevenção de danos significativos a audição, um monitoramento das tarefas específicas dessa categoria deve ser realizado periodicamente para garantir que estas medidas sejam mantidas ou melhoradas.

### **5.1.3 Armadores**

Aqui, novamente, o comportamento das curvas de distribuição de perdas auditivas totais (Figura 34) teve o mesmo comportamento das curvas de perdas associadas à idade. Do grupo de armadores mais velhos (idade média de 56 anos e tempo de exposição ao ruído de 23,9 anos) apenas 10% apresentaram perdas totais maiores que 56 dB em 4000 Hz. As perdas medianas induzidas pelo ruído, neste grupo, nesta mesma frequência, ficaram abaixo de 5 dB, enquanto a estimativa de perdas decorrentes da exposição ao ruído contínuo a 82 e 85 dB(A) resultou em 2,9 e 5,9 dB, respectivamente.

Esses resultados, embora com valores numéricos diferentes, qualitativamente são os mesmos que os obtidos na categoria de pedreiro, ou seja, as medidas de controle devem ser mantidas ou melhoradas.

### **5.1.4 Carpinteiros**

A Figura 35 apresenta as curvas de perdas auditivas totais de cada percentil populacional. Embora o comportamento dessas curvas seja semelhante entre si, diverge do comportamento das dos ajudantes gerais, pedreiros e armadores, porque tendem a formar uma "parábola" em torno da frequência de 4000 Hz, indicando influência significativa da exposição ao ruído ocupacional. Mais de 10% dos carpinteiros da última faixa etária formada por indivíduos de mais de 50 anos (idade média de 54,3 anos) e tempo de exposição média ao ruído de 24,5 anos, apresentaram perdas totais maiores que 57 dB e perdas medianas induzidas pelo ruído em torno de 8,7 dB em 4000 Hz. Essas últimas são estimadas por meio da ISO 1999/90, em 6,0 dB considerando exposições diárias a ruído contínuo de 85 dB(A) no mesmo período de exposição.

Como nesse caso as perdas encontradas no procedimento audiométrico são maiores que aquelas causadas pela exposição a ruído contínuo de 85 dB(A), conclui-se que as medidas de controle de ruído que vêm sendo aplicadas nas tarefas executadas por carpinteiros são insuficientes para prevenir perdas significativas causadas pelo ruído. Convém ressaltar que perdas significativas são aquelas relacionadas com danos permanentes, capazes de afetar a comunicação verbal, depois de um período longo de exposição ao ruído excessivo. Nessas condições devem-se adotar medidas de controle para garantir a integridade do órgão auditivo dos carpinteiros. Essas novas medidas devem iniciar ou reforçar as medidas existentes

visando à redução dos ruídos das fontes sonoras ou na sua trajetória, a proteção auditiva por meio de EPI's (equipamento de proteção individual), além de controle médico e administrativo.

## **5.2 Resultados dos procedimentos de campo**

A análise dos resultados de campo mostra as atividades principais e secundárias dos trabalhadores em cada categoria estudada, bem como as máquinas e ferramentas nelas utilizadas. Ressalta a importância de se intercalarem tarefas ruidosas e não ruidosas. Apresenta outros fatores que influenciam na dose de ruído e interpreta os resultados de exposição segundo o critério estabelecido na norma NHO/O 1 da FUNDACENTRO (1999).

### **5.2.1 Ajudantes gerais**

Os ajudantes gerais executam as tarefas mais simples da construção civil, tais como limpeza, empilhamento, montagem de andaimes e plataformas, aberturas de valas, aterramentos e movimentação de materiais (tijolos, blocos de concreto, entulhos, massa, barras de ferro, etc.). Além disso, preparam a massa, ajudam na concretagem de pilares, vigas e pisos; participam de demolições e auxiliam outros profissionais em suas tarefas. Utilizam habitualmente ferramentas como pá, enxada, picareta, marreta, talhadeiras em corte, abertura e remoção de materiais. Fazem uso, quando necessário, de furadeiras, lixadeiras, serras elétricas, betoneiras, compactadores de solo, britadeiras e policortes, embora estas máquinas sejam utilizadas por outros profissionais, como pedreiros, azulejistas, encanadores e outros nas mesmas tarefas e com maior frequência.

O uso de uma determinada ferramenta ou máquina é mais freqüente em uma fase da obra que em outra, e as tarefas ruidosas ( $> 85$  dB(A)) são intercaladas com as moderadamente ruidosas (82 a 85 dB(A)) e as não ruidosas ( $< 82$  dB). Estas últimas são muito mais freqüentes que as outras ocupando, em geral, um tempo maior da jornada diária de trabalho. Essas tarefas consistem em limpeza, empilhamento e movimentação de materiais, aberturas de valas, aterramentos, preparação e transporte de massa, apoio em outras tarefas não ruidosas de pedreiros e outros profissionais da Construção Civil. A Tabela 7 apresenta a lista de tarefas de ajudantes gerais com os respectivos níveis equivalentes,  $L_{eq}$ .

Ao intercalar tarefas ruidosas e não ruidosas há menor "stress" auditivo e, conseqüentemente, menor perda auditiva que as esperadas em uma exposição a nível constante de ruído igual aos das tarefas ruidosas. Essas são em geral, realizadas por ajudantes gerais específicos que têm habilidades para operar um equipamento com destreza e de forma produtiva, os quais tendem a ser menos suscetíveis ao ruído que os outros. Explica-se a menor suscetibilidade desses indivíduos pela seleção natural na execução de tarefas ruidosas, isto é, os trabalhadores mais habilitados para estas tarefas seriam justamente aqueles que suportam melhor os efeitos do ruído, evitando reclamações constantes e não apresentam perdas significantes quando da realização

de testes audiométricos. Além disso, quanto maior o nível de ruído, mais freqüente se torna o uso dos protetores auriculares.

Com base no exposto acima e no fato de que os ajudantes gerais apresentaram perda mediana induzida pelo ruído de 4,1 dB, FIG. 36, valor da perda mediana associada a exposição do nível normalizado ( $L_{EX,8h}$ ) entre 82 e 85 dB(A) e, ainda, na existência de "repouso auditivo" em razão da permutação de tarefas ruidosas e não ruidosas, concluí-se que os resultados obtidos nos procedimentos de campo e no audiométrico são coerentes.

### 5.2.2 Pedreiros

Os pedreiros executam atividades mais específicas que os ajudantes gerais, tais como: levantamento de paredes, aplicação de reboque, "requadrção", nivelamento de piso e contrapiso (taliscamento), chapisco, abertura de paredes para aplicação de materiais hidráulicos e elétricos, corte e assentamento de pisos e azulejos, etc. Utilizam equipamentos como serras elétricas manuais a disco nesses assentamentos, martelos e talhadeiras para pequenos ajustes e lixadeiras para aberturas em paredes. Todavia, as suas principais tarefas (levantamento e acabamento de paredes, assentamento de pisos e outros serviços em alvenaria) ocupam a maior parte do tempo da jornada de trabalho. Estas tarefas apresentam níveis equivalentes de ruído menores que 80 dB(A) e intercalam-se com outras moderadamente ruidosas, próximas a 85 dB(A) permitindo ao trabalhador, após a exposição a ruído excessivo, um "repouso auditivo" de horas ou dias. Convém lembrar que tarefas muito ruidosas como o corte de cerâmicas e pedras e aberturas em paredes são realizadas na fase de acabamento por um número reduzido de pedreiros ou por ajudantes gerais mais hábeis e produtivos que, como no caso dos ajudantes gerais mais hábeis, tendem a ser os indivíduos menos suscetíveis ao ruído excessivo.

As Figura 20 a 23 mostram os espectros sonoros da lixadeira e da serra elétrica manual a disco (maquita) utilizadas nesta função. Pode-se observar que os níveis mais altos de pressão sonora, (entre 95 a 103 dB respectivamente) aparecem nas proximidades de 4000 Hz e, portanto, dentro da faixa de freqüência, conforme Mendes (1980), nos quais o ouvido é mais sensível.

Do todo exposto concluí-se que os resultados obtidos no procedimentos de campo e no audiométrico são coerentes, visto que o grupo de pedreiros apresentou perdas medianas menores que 5 dB, valor compatível com aquelas geradas por uma exposição de  $L_{EX,8h}$  de 85 dB(A). Por outro lado, no procedimento de campo, as tarefas mais freqüentes apresentaram níveis equivalentes abaixo de 82 dB(A). Algumas tarefas típicas da categoria apresentaram níveis entre 82 a 85 dB(A) e apenas as tarefas de corte de materiais e "requadrção", níveis maiores. Isto pode ser observado na Tabela 9, por meio da lista de tarefas dos pedreiros seguido de seus respectivos  $L_{y}$  e explica as perdas auditivas próximas, porém, menores do que aquelas associadas à exposição contínua a 85 dB(A) e maiores que as perdas associadas ao nível de ação.

### 5.2.3 Armadores

Os armadores realizam tarefas ainda mais específicas que os pedreiros, visto que trabalham apenas em tarefas de corte, dobramento, montagem e aplicação de ferragens em pilares, vigas, piso, lajes e outras estruturas de concreto, como pontes, passarelas, etc. Utilizam em suas tarefas a policorte, dobradoras de ferragens e alicates de corte e torção, e somente a policorte apresenta níveis de ruído suficientes para causar danos auditivos. No entanto, o tempo de uso dessa máquina em relação às outras tarefas é muito pequeno. Os níveis equivalentes de ruído em quase todas as tarefas, como mostra a Tabela 11, são menores que 82 dB(A) caracterizando-as como tarefas não ruidosas, porém estas se intercalam com o corte de ferragens cujo nível equivalente é de, aproximadamente, 100 dB(A).

A Figura 24 mostra o espectro sonoro da policorte no qual pode-se observar que os níveis mais altos de pressão sonora (~ 100 dB) aparecem nas proximidades de 4000 Hz e, portanto, dentro da faixa de frequência, conforme MENDES (1980), na qual o ouvido é mais sensível.

Neste caso também há compatibilidade de resultados entre os dois procedimentos estudados, porque, com exceção do corte de ferragem, todas as outras tarefas são não ruidosas (< 82 dB(A)), porém quando intercaladas com esta há contribuição nas perdas medianas auditivas induzidas pelo ruído. Essa contribuição explica as perdas encontradas no procedimento audiométrico que são compatíveis com as induzidas por níveis contínuos de ruído entre 82 dB(A) e 85 dB(A).

### 5.2.4 Carpinteiros

Os carpinteiros executam o madeiramento provisório e permanente da obra. O madeiramento provisório envolve atividades de montagem e desmontagem de plataformas, telhados, fôrmas de vigas, pilares e lajes, escoramentos, etc. O madeiramento permanente envolve o feitiço de portas e janelas, dos telhados, dos pisos de madeira, etc.

As tarefas exigem o uso de serras circulares, furadeiras, serrotes, serras elétricas manuais e uso intensivo de martelos, especialmente na construção de telhados e na colocação, retirada e ajuste de escoramentos nas quais os níveis sonoros podem atingir e até ultrapassar 140 dB(Lin). Nessas tarefas, nas quais dois ou mais carpinteiros trabalham juntos, o ruído de impacto gerado por um altera em muito a dose do ruído dos outros.

As Figuras 18, 19 e 31 apresentam os espectros sonoros das principais máquinas utilizadas por carpinteiros. Como se pode notar a serra circular e a furadeira apresentam os maiores níveis de pressão sonora na faixa de 4000 Hz na qual o ouvido é mais sensível.

Os níveis equivalentes de ruído das principais tarefas executadas pelos carpinteiros variam conforme a Tabela 13, entre 81 e 100 dB(A), a maioria delas apresentam valores maiores que 89 dB(A). Estas tarefas são, da mesma forma que nas outras funções estudadas, intercaladas com tarefas e períodos de repouso auditivo

dentro da jornada de trabalho, razão pela qual as perdas medianas induzidas pelo ruído esperadas são menores que as causadas por ruído contínuo de 89 dB(A).

Novamente observa-se coerência entre os dois procedimentos em estudo, porque ambos indicam perdas auditivas significativas maiores que 85 dB(A) nesta categoria profissional.





## 6 CONCLUSÃO

Os dados de campo mostraram que em todas as categorias profissionais estudadas (ajudantes gerais, pedreiros, armadores e carpinteiros) existem fontes ruidosas (máquinas e procedimentos) com potencial para causarem danos irreversíveis ao ouvido do trabalhador. Ficou também evidente que em todas elas são intercaladas tarefas ruidosas e não ruidosas e que os efeitos do ruído na audição dependem da frequência, da realização de tarefas ruidosas, e do repouso auditivo decorrente de tarefas não ruidosas.

Embora existam condições de risco nas categorias mencionadas acima, tais condições devem ser estudadas separadamente já que as fontes de ruído e/ou as exposições são muito diferentes. O risco de perdas auditivas pode ser insignificante, moderado ou relevante conforme a categoria estudada. Pode-se inferi-lo por comparação das perdas auditivas medianas induzidas pelo ruído encontradas no procedimento audiométrico com as perdas medianas decorrentes das exposições a 82 dB(A) e 85 dB(A), calculadas conforme a ISO 1999/90. Estes valores, respectivamente, expressam o nível de ação e o limite de tolerância para ruídos contínuos e intermitentes de forma que tal comparação nos permite decidir sobre a necessidade ou não de medidas de controle.

Os ajudantes gerais, pedreiros e armadores necessitam apenas de medidas preventivas para evitar exposições ao ruído maiores que as vivenciadas nestes últimos trinta anos. Naturalmente, tais exposições poderiam ser alteradas pelas mudanças no método de produção e desenvolvimento tecnológico da Indústria da Construção Civil.

Na categoria de carpinteiro o mesmo não ocorre. As perdas auditivas medianas induzidas pelo ruído são consideráveis (entre 8 a 9 dB) nas últimas três faixas etárias. Estas perdas somadas com aquelas associadas à idade e a outros fatos resultam em prejuízos auditivos capazes de influenciar a comunicação e em, conseqüência, a qualidade de vida dos trabalhadores dessa categoria. Nela, a exposição a altos níveis de ruído contínuo e de impactos causados pelo uso de martelos que, não raramente, ultrapassam o limite de tolerância e, às vezes o valor teto são as responsáveis pelas NIPTS encontradas neste estudo. O estudo de THIERY e MEYER-BISCH (1988) também mostrou que em locais onde, simultaneamente, haja ruído de impacto e ruído uniforme, a NIPTS é maior que para ruído uniforme somente.

Finalmente, os resultados obtidos mostram que a exposição diária ao ruído dos trabalhadores da construção civil não pode ser considerada constante ou contínua e, portanto, um novo método para estimar as perdas induzidas pelo ruído não contínuo deve ser objeto de pesquisa.

*A*o finalizar este trabalho, sugerem-se dois outros estudos que poderão ajudar o entendimento das perdas induzidas pelo ruído em nosso país. O primeiro seria a determinação dos limiares de audição da população brasileira nos moldes da ISO 7029/84. Este trabalho, porém, como de direito, deverá ser realizado pela área médica. Os dados obtidos deverão revelar o verdadeiro efeito do envelhecimento do sistema auditivo de nossa população e permitirão, com maior precisão, determinar as perdas induzidas pelo ruído no trabalhador brasileiro. O segundo trabalho diz respeito às exposições não contínuas. Para essas, sugere-se um estudo para o desenvolvimento de um método para obtenção do nível normalizado de ruído que represente as perdas auditivas já consolidadas durante a exposição em anos, levando-se em conta as recuperações em razão das mudanças temporárias dos limiares de audição, intra, inter e extra jornada de trabalho e às grandes flutuações dos níveis sonoros. Este nível normalizado poderá ser utilizado para caracterizar, do ponto de vista da audição, as atividades ou categorias de risco, e representará uma nova ferramenta para soluções e direcionamentos de vários problemas práticos relativos à saúde do trabalhador e à legislação trabalhista e previdenciária brasileira.



1. AGUIAR, A. P. **Agressões posturais e qualidade de vida na Construção Civil:** Um estudo multicasos. Florianópolis, 1996. 111 p. / Dissertação - Mestrado - Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina /.
2. ALBERTI, P.W. The clinical assesment of industrial hearing loss a case report and discussion. **The Journal of otolaryngology** 11:94-9, 1982.
3. ALMEIDA, S.I.C. **História natural da disacusia induzida por ruído industrial e implicações médico-legais.** São Paulo, 1992. 151 p. / Dissertação - Mestrado - Otorringologologia da Escola Paulista de Medicina /.
4. AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION (AMA)- Council Phisical Medicine and Rehabilitation. Principles for evaluating hearing loss. *J. Am. Med. Assoc.*, 157: 1408, 1955.
5. \_\_\_\_\_. Council Of Scientific Affairs: Guide for the evaluation of Hearing Handicap, **J. Am. Med. Associ.**, 241:2055-2059, 1979.
6. \_\_\_\_\_. Council on Phisical Medicine. Tentative standard procedure for evaluating the percentage loss of hearing medicolegal cases. Council on Physical Medicine, **J. Am. Med. Assoc.**, 133:396, 1947.
7. \_\_\_\_\_. Commitee on Medical Rating of Physical impairment: Guide to the evaluation of permanent impairment: ear, nose and throat and related structures. **J. Am. Med. Assoc.**, 177:489-501, 1961.
8. AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE, INC. New York. **ANSI S3.1;** Criteria for Permissible Ambient Noise during Audio Metric Testing. New York, 1977. 7 p.

9. \_\_\_\_\_ New York. **ANSI S1.25**; Specification for personal noise dosimeters, New York, 1991. 13 p.
10. \_\_\_\_\_. New York. **ANSI S3.6**; Specification for audiometers. New York, 1989. 1 Op.
- 11.ATHERLEY, G. , JOHNSTON, N. Audiometry. The ultimate test of sucess? **Ann. Occup. Hyg.**, 27:427-447, 1983.
- 12.ATHERLEY, G.R., NOBLE, W.G., SUGDEN, D.B. Foundry Noise and hearing in Foundrymen. *Ann. Occup. Hyg.*, 10:255-261, 1967.
- 13.AXELSSON, A., HAMERNIK, R.P. Acute acoustic trauma. **Acta otolaryngol.** (Stockh) 104:225-233, 1987.
- 14.BEASLEY, W. D. National health survey 1935-1936 Washington: U.S. Public Health Service, 1938. (Preliminary Reports, Hearing Study, Series, Bulletins. 1 - 7) apud BERGER, E. H. at al. (Eds.) **Noise Hearing Conservation Manual**. 4. Ed. Akron, American Industrial Hygiene Association, 1986. p. 195.
- 15.BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria 19, de 9 de abril de 1998. Altera o Quadro 11- Parâmetros para monitoração da exposição ocupacional a alguns riscos à saúde, da Portaria nº 24 de 29 de dezembro de 1994 - NR 7 - Pro grama de Controle Médico de Saúde Ocupacional publicado no DOU do dia 30 de dezembro de 1994, página 21.278. Diário Oficial (República Federativa do Brasil), Brasília, Seção I . p. 64 - 66, de 22 de abril de 1998. **Diário Oficial (da República Federativa do Brasil)**, Brasília,, n. 75, p. 64 -66, 22 abr. 1988. Seção 1
- 16.BRASIL. Decreto nº 2.172, de 05 de março de 1997. Aprova o Regulamento de Benefícios da Previdência Social. In: PAMPLONA, M. G. A, ED. **CENTRAL CONCURSOS. Direito Previdenciário e Legislação Previdenciária**, 3. ed., São Paulo: Ed. Central Concursos., 1997. p. 87 -126.
- 17.BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria 3214 de 08 de junho de 1978: Normas Regulamentadoras relativas à segurança e medicina do trabalho. In: ED. ATLAS. **Manual de Legislação Atlas de Segurança e Medicina do Trabalho**, 33. ed., São Paulo: Ed. Atlas S.A., 1996. 523 p.

18. BUNCH, C.C. The diagnosis of occupational or traumatic deafness. A historical and audiometric study. **The Laryngoscope** 47:615-691, 1937.
19. BURNS, W., HINCHCLIFFE, R., LITTLE, T.S. An exploratory study of hearing and noise exposure in textile workers. **Ann. Occup. Hyg.**, 7:323-333, 1964.
20. BURNS, W. ROBINSON, D. W. Hearing and noise in industry, Her Majesty's Stationery Office, London, England, 1970.
21. CAVALCANTI, C.V., REZENDE DE ALMEIDA, E., BUTUGAN, O. Estudo audiométrico em ambiente ruidoso. **Oto-rhino** 1:15-28, n° 4, 1986.
22. CLARK, W.W. POPELKA, G.R. Hearing levels of railroad train men. **Laryngoscope** 99:1151-1157, 1989.
23. CONRAUX, C. Surdités professionnelles. **La Revue du Praticien**, 40(19):1762-5, 1990.
24. CUBAS DE ALMEIDA, S.I. Diagnóstico diferencial da Disacusia Neurosensorial induzida pelo ruído. **Rev. Associação Médica Brasileira** 37:150-152, 1991.
25. CUBAS DE ALMEIDA, S.I. Estudo clínico e fisiopatológico da lesão auditiva induzida pelo ruído. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional.**, 13:28-33, n° 2 52, 1985.
26. CUBAS DE ALMEIDA, S.I. Diagnóstico diferencial da Diacusia neurosensorial induzida pelo ruído. **Revista Associação Médica Brasileira**. 37:150 - 152, 1991.
27. FOWLER, E. P. Marked deafened areas in normal ears. **Archives of Otolaryngology**, 151-155, 1928.
28. FUNDACENTRO, São Paulo. NHO/O1: Norma para avaliação da exposição ocupacional. São Paulo, 1999. 25 p.
29. GLORIG, A. WARD, W.D. NIXON, J. Damage risk criteria and noise-induced hearing loss. **Archives of Otolaryngology** 74:413-423, 1961.



30. HABERMANN, J. Ueber die schwerhörigkeit der kesselschmiede. **Archiv für Ohrenheilkunde**, 30:1-25, 1890.
31. HALLMO, P. MAIR I.W. Extended high-frequency thresholds in noise-induced hearing loss. **Scand Audiol**. 24(1): 47 -52, 1995
32. HARRIS, J.D., HAINES, H.L., MYERS, C.K. - The importance of hearing at 3 kc understanding speed speech. **Laryngoscope** 1960; 70:131-146.
33. HETU, R., QUOC, H.T., DUGUAY, P. - The likelihood of detecting a significant hearing threshold shift among noise-exposed workers subject to annual audiometric testing. **Ann. Occup. Hyg**. 34:361-370, 1990.
34. INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, Genève. **IEC 651**; Sound Level Meters. Genève, 1993. 53 p.
35. \_\_\_\_\_, Genève. **IEC 804**; Integrating-averaging sound level meters. Genève, 1985, 48 p.
36. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Genève. **ISO 1996-1**; Acoustics - Description and measurement of environment noise - Part 2: Acquisition of data pertinent to land use, Genève, 1982. 7 p.
37. \_\_\_\_\_, Genève. **ISO 1999**; Acoustics - Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment. Genève, 1990. 17 p.
38. \_\_\_\_\_, Genève. **ISO 2204**; Acoustic - Guide to International Standards on the measurement of airborne acoustical noise and evaluation of its effects on human being. Genève, 1979. 7 p.
39. \_\_\_\_\_, Genève. **ISO 7029**; Acoustics - Threshold of hearing by air conduction as a function of age and sex for atologically normal persons. Genève, 1984, 8 p.
40. \_\_\_\_\_, Genève. **ISO 1683**; Acoustics - Preferred reference quantities for acoustic levels. Genève, 1983. 2 p.
41. \_\_\_\_\_, Genève. **ISO 389**; Acoustics - Standard reference zero for the calibration of pure-tone air conduction audiometers. Genève, 1989. 6 p.

42. KITAMURA, S. ASTETE, M. G. Efeitos da exposição profissional ao barulho. In: MENDES, R. Medicina do Trabalho e Doenças Profissionais. São Paulo, Sarvier, 1980. P.415 - 436.
43. KRYTER, K. D. The effects of Noise on men, New York and London. Academic Press, Inc. 1970. 633p.
44. KWITKO, A. Tópicos em Audiometria Industrial e Conservação Auditiva: Revisão crítica da NR-7 e proposta para nova legislação. São Paulo: CIPA, 1993. 141p.
45. LARSEN, B. Investigations on noise in certain factories. Acta Otolaryngol. (Stockh), 34:71-77, 1946.
46. LEMPERT, L. ISO estimations of noise-induced hearing impairment. J. Acoust Soc. Am., Vol. 90, v. 90, n. 4, oct. 1991
47. LIM, D.P. e STEPHENS, S.D.G. - Clinical investigatioin of hearing loss in the elderly. Clin.Otolaryngol. 16:288-293, 1991.
48. MARONE, S. Estudo Médico-legal das Perdas da Audição. Edição Saraiva, São Paulo, 1968. 85 p.
49. MILLER, J.D. Effects of noise on the quality of human life. Central Institute for the Deaf, St. Louis (Special Contract Report Prepared for the Environmental Agency, Washington, D.C.) Occupational Exposure to Noise, NIOSH, 1972, USA.
50. MOCELLIN, L. Profilaxia dos traumatismos sonoros na surdez profissional. Curitiba, 1951. Tese à Livre Docência Faculdade de Medicina da Universidade do Paraná.
51. National Institute for Occupational Safety and Health - NIOSH. Occupational Exposure to Noise. Washington. 1972. 155 p.
52. NEPONUCENO, L. X. ACÚSTICA. São Paulo: Ed.Edgard Blücher Ltda, 1977. 188 p.
53. OSGUTHORPE, J.D. KLEIN, A.J. Hearing Compensation Evaluation. American Academy of otolaryngology - Head and Neck Surgery Foundation, 1989.

- 54.OSGUTHORPE, J.D. ed. **Guide for conservation of hearing in noise**. American Academy of Otolaryngology - Head and Neck Surgery Foundation. Subcommittee on the Medical Aspects of Noise of the Comitee on Hearing and Equilibrium. 1988.
- 55.PASSCHIER-VERMER, W. **Hearing Loss Due to Exposure to Steady-State Broad-band Noise** (IG - TNO Report 35) Delft, Netherlands. 1968.
- 56.PEREIRA, C.A. **Surdez profissional em trabalhadores metalúrgicos**: - Estudo epidemiológico em uma Indústria da Grande São Paulo. São Paulo, 1978. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.
- 57.PHANEUF, R. HETU, R. An epidemiological perspective of the causes of hearing loss among industrial workers. **The journal of Otolaryngology**., 19:1, 1990. p.31-40.
- 58.RAMAZZINI, B. **De morbis artificum diatriba**. As doenças dos trabalhadores. São Paulo. FUNDACENTRO, 1985.
- 59.RIBEIRO DE ALMEIDA, H. Influence of electric punch card machines on the human ear. **Archives of Otolaryngology** 51:215222, 1950.
- 60.RIKO, K. et al. Hearing aid usage in occupational hearing loss claimants. **The Journal of Otolaryngology** 19:25-30 n° 1, 1990.
- 61.ROBINSON, D. W. SHIPTON, M.S. WHITHE, L.S. **Audiometry in industrial Hearing Conservation-1**, "National Physical Laboratory Acoustics Report AC 71, NPL, Teddington. England. 1973.
- 62.SANTINO, E. COUTO, H. A. **Audiometrias Ocupacionais**. Belo Horizonte: Ergo, 1995. 116.
- 63.SANTOS, U.P. Programa de Conservação Auditiva em trabalhadores expostos a ruído. **Rev. Bras. de Saúde Ocupacional**. 17(67): 7-17, jul./ago. 1989.
- 64.SATALOFF, J. Classification of hearing losses. In: BERGER, E. H. at al. (Eds.) **Noise Hearing Conservation Manual**. 4. Ed. Akron, American Industrial Hygiene Association, 1986. p. 195. **J. Hearing loss**. Toronto: J. B. Lippincott Company, 1996. 404. p. 5-9.

- 65.SENFF, C. E., PANTAROLLI, M. A. **Óbitos na Construção Civil**, Curitiba., 1997. 109 p. / Monografia - Especialização - Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná /.
- 66.SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA. Departamento Nacional.-**Diagnóstico da mão-de-obra do setor da Construção Civil**, São Paulo. 1991. 112 p.
- 67.SPPOR, A. Presbycusis Values in Relation to noise Induced Hearing Loss. **Internat. Audiol.** 6, 1967, p.48 -57.
- 68.TALBOTT, E.O. et al. Noise induced hearing loss: a possible marker for high blood pressure in older noise-exposed population. **Journal of Occupational Medicine**, 32:690-697, 1990.
- 69.TAYLOR, W. et al. Study of noise and hearing in jute weaving. **J. Acoust. Soc. Am.**, 38:113-120, 1964.
- 70.TEMKIN, J. Die Schädigung des ohres durch Ldrum und Erschütterung. **Monatschrift für Ohrenheilkunde und Laringorhinologie** 67:257, 1933.
- 71.THIERY, L. MEYER-BISCH Hearing Loss due to partly impulsive industrial noise exposure at levels between 87 and dB(A). **J. Acoust. Soc. v.** 84, n. 2, p. 651 - 659, ago.1988.
- 72.THIERY, L. MEYER-BISCH, C. Hearing loss due partly impulsive industrial noise exposure at levels between 87 and 90 dB(A). **J. Acoust. Soc. Am.**, Vandoeuvre, v. 84 n. 2,. p. 651 - 658. Ago. 1988.
- 73.ÚLEHLOVÁ, L., BRANIS, M., JANISCHF R. Acoustic trauma in mine workers revealed by temporal bone necropsy. **Acta Otolaryngol.** (Stockh) (Suppl. 470):97-108, 1990.
- 74.\_\_\_\_\_. American Conference of Governmental Industrial Hygienists - Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents - Biological Exposure Indices -ACGIH, Cincinatti,1996. 138 p.
- 75.VINCENT, M., ESTÈVE-FRAYSSE, M.J., FRAYSSE, B. Diagnostic des surdités de perception chez l'adulte. **La Revue du Praticien** 40(19):17511761, 1990. vol.40. n. 19.

76. WAAL, J.V., HOLLAND, L. Peculiarities of noise-induced hearing loss. **Ann. Otol.** 70:208-223, 1961.
77. WARD, W.D. Adaptation and Fatigue. In: **Modern Developments in Audiology**, edited by J. Jerger, Academic Press, New York, N. Y. p. 301 - 344, 1973.
78. WARD, D.W. General auditory effects of noise. **Otolaryngologic Clinics of North America**, 12:473-492, 1979.
79. . The identification and treatment of noise-induced hearing loss. **Otolaryngologic Clinic of North America**, 2:89-110, 1969.
80. . Effects of noise exposure on Auditory Sensitivity. In: **Handbook of Physiology**, Vol. 9: Reactions to Environmental Agents. D.H.K. Lee. American Physiological Society, Washington, D.C. 1977. p.1-15.
81. . Auditory effects of noise. In: BERGER, E. H. **Noise Hearing Conservation Manual**. 4. Ed. Akron, American Industrial Hygiene Association, cap. 5, 1986 a. p. 177 - 217.
82. WERNEK, D.F.F. A Indústria de Construção e a absorção de mão-de-obra. In: **Emprego e salários na indústria da Construção Civil**, Rio de Janeiro. IPEA / INPES, 1978. p. 11-20
83. WITTMACK D. Über schädigung des gehörs durch Schalleinwirkung. **Z. Ohrenheilkunde** 54:37-80, 1907.
84. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Noise. Environmental. health Criteria 12. Genève, 1980
85. YERG, R. A., SATALOFF, J. GLORIG, A. MENDUKE, H. Inter-industry Noise Study; The effects upon hearing of Steady State Noise Between 82 and 92 dB(A), **J. Occup. Med.** 20, 1978. 351-358p.

## ANEXO A - Pesquisa Mensal de Salários Regionais - Revista PINI

### *Pesquisa Mensal de Salários Regionais*

Os valores apresentados nesta pesquisa referem-se à média dos salários pagos pelas empresas pesquisadas na região no mês de:

Janeiro/98

Funções	Mais de 500	De 100 a 500	Menos de 100 Funcionários	
	Funcionários	Funcionários	RS	
	R\$	R\$		
Armador	1,69	2,24	1,79	Hora
Pedreiro	2,13	1,84	1,84	Hora
Carpinteiro	2,13	1,85	1,85	Hora
Almoxarife de obras	3,07	1,82	2,77	Hora
Pintor	2,18	1,87	1,88	Hora
Encanador	2,65	1,95	2,47	Hora
Eletricista	2,30	2,12	2,42	Hora
Encarg. de obras	5,04	3,40	4,17	Hora
Mestre de obra	2205,61	1170,33	1236,27	Mês
Meio oficial	1,62	1,56	1,59	Hora
Servente	1,61	1,41	1,42	Hora
Vigia de obras	1,41	1,55	1,39	Hora
Recepcionista	540,00	346,00	380,30	Mês
Auxiliar de escrit.	329,50	461,83	379,30	Mês
Comprador	2359,50	597,50	1010,15	Mês
Aux. Depart. Pessoal	991,00	620,25	524,12	Mês
Auxiliar de Contas	707,48	535,50	660,47	Mês
Secretária Diretoria	1567,00	*	909,36	Mês
Secretária Gerência	1209,30	*	749,36	Mês
Resp. Depto. Pessoal	6326,00	1282,50	1158,78	Mês
Resp. Compras	4273,10	1560,00	1687,33	Mês
Resp. Contabilidade	3619,00	1429,67	1941,61	Mês
Resp. Finanças	2659,40	1565,00	2530,52	Mês
Engenheiro Junior	2629,24	2790,00	1642,23	Mês
Engenheiro Senior	4792,59	1517,14	2182,21	Mês
Engenheiro Pleno	4191,67	3828,06	3016,44	Mês
Técnico Edificações	1738,00	770,00	883,67	Mês
Técnico Segurança do Trabalho	1584,66	1147,75	1079,76	Mês

**ANEXO A - Pesquisa Mensal de Salários Regionais - Revista PINI - continua**

Data	Global				Mão de Obra c/ Encargos				Material			
	Índice	Mês	Ano	12meses	Índice	Mês	Ano	12meses	Índice	Mês	Ano	12meses
jul/97	154,77	0,03	4,36	3,85	184,94	0,55	6,90	5,38	127,78	-0,64	1,18	1,87
ago/97	156,27	0,97	5,37	5,68	187,97	1,64	8,65	8,90	127,92	0,11	1,29	1,67
set/97	156,69	0,27	5,65	6,16	188,52	0,29	8,97	9,38	128,23	0,24	1,54	2,15
out/97	157,36	0,43	6,10	6,53	189,14	0,33	9,33	9,49	128,95	0,56	2,11	2,81
nov/97	158,10	0,47	6,60	7,16	189,29	0,08	9,42	9,78	130,23	0,99	3,12	3,89
dez/97	158,45	0,22	6,84	6,84	189,29	0,00	9,42	9,42	130,89	0,51	3,64	3,64
jan/98	158,45	-0,21	-0,21	6,05	187,36	-1,02	-1,02	8,26	131,98	0,83	0,83	3,35
fev/98	158,75	0,40	0,19	5,90	188,02	0,35	-0,67	8,49	132,60	0,47	1,31	2,79

***CUB - Custo Unitário Básico  
Fevereiro/98***

*Padrão H8-2N*

Composição	R\$/m <sup>2</sup>	Part. %
Mão-de-obra (com encargos sociais)	278,46	55,84
Material	220,22	44,16
Total	498,68	100,00

## ANEXO B - Perdas induzidas pelo ruído calculadas por meio da ISO 1999/90

Tabelas com exemplos para NIPTS como função do tempo de exposição em anos, nível de exposição sonora  $L_{EX,8h}$  (85,90,95,100 dB) e correspondentes exposições sonoras ponderadas A, para 6 frequências (0,5;1;2;3;4;6 KHz) e três percentis populacionais (0,1;0,5;0,9) calculados de acordo com 5.3 desta norma.

Tabela E.1 -  $L_{EX,8h} = 85 \text{ dB}$  ( $E_{A,8h} = 3,64 \times 10^3 \text{ Pa}^2 \cdot \text{s}$ )

Frequências Hz	NIPTS, dB										
	tempo de exposição, anos										
	10			20			30			40	
percentil populacional			percentil populacional			percentil populacional			percentil populacional		
0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1
500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	0	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2
3000	2	3	5	3	4	6	3	4	7	3	5
4000	3	5	7	4	6	8	5	6	9	5	7
6000	1	3	4	2	3	5	2	3	6	2	4

Tabela E.2 -  $L_{EX,8h} = 90 \text{ dB}$  ( $E_{A,8h} = 11,5 \times 10^3 \text{ Pa}^2 \cdot \text{s}$ )

Frequências Hz	NIPTS, dB										
	tempo de exposição, anos										
	10			20			30			40	
percentil populacional			percentil populacional			percentil populacional			percentil populacional		
0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1
500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	0	2	6	2	4	8	3	5	9	4	6
3000	4	8	13	7	10	16	8	11	18	9	12
4000	7	11	15	9	13	18	10	14	19	11	15
6000	3	7	12	4	8	14	5	9	15	6	10

Tabela E.3 -  $L_{EX,8h} = 95 \text{ dB}$  ( $E_{A,8h} = 36,4 \times 10^3 \text{ Pa}^2 \cdot \text{s}$ )

Frequências Hz	NIPTS, dB										
	tempo de exposição, anos										
	10			20			30			40	
percentil populacional			percentil populacional			percentil populacional			percentil populacional		
0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1
500	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1
1000	1	2	4	2	3	5	2	3	0	2	3
2000	0	5	13	5	9	17	7	12	2	9	14
3000	8	16	25	13	19	31	16	22	7	18	23
4000	13	20	27	16	23	32	18	25	9	19	26
6000	5	14	23	8	16	26	10	18	6	12	19

Tabela E.4 -  $L_{EX,8h} = 100 \text{ dB}$  ( $E_{A,8h} = 115 \times 10^3 \text{ Pa}^2 \cdot \text{s}$ )

Frequências Hz	NIPTS, dB										
	tempo de exposição, anos										
	10			20			30			40	
percentil populacional			percentil populacional			percentil populacional			percentil populacional		
0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1
500	2	4	8	3	5	9	4	6	11	5	7
1000	3	6	12	6	9	15	7	10	17	8	11
2000	0	8	23	8	16	31	13	21	35	16	24
3000	13	26	41	21	32	51	26	35	56	29	38
4000	20	31	42	25	36	49	28	39	53	30	41
6000	9	23	37	14	27	42	17	29	46	19	30



## **ANEXO C - Conceito, tipos e interpretação de testes audiométricos**

Neste anexo são apresentados o conceito de audiometria, exames típicos, equipamento de teste e interpretação de testes audiométricos.

### **1. Conceitos**

A audiometria é o registro gráfico do limiar de audibilidade do indivíduo a diferentes freqüências do som. Emitem-se sinais sonoros variando a freqüência em faixas de oitava no intervalo de 125 a 8000 Hz e anota-se para cada uma delas o limiar de audibilidade, isto é, a percepção da intensidade do som em decibéis.

O audiômetro é um equipamento constituído de 6 unidades básicas. O oscilador eletrônico que emite tons puros nas freqüências de 125 a 8000 Hz; o conjunto amplificador e atenuador, que amplia o sinal até 120 dB ou diminui sua intensidade até -10 dB, fones de ouvido que localizam o sinal emitido num ou outro ouvido, um outro oscilador que emite vibrações nos testes de condução óssea; um gerador de ruído de mascaramento que isola um ouvido e torna a pesquisa da audição mais precisa; e um dispositivo, geralmente dois microfones, para que o examinador possa se comunicar com o trabalhador e vice-versa. Este último acessório é usado em audiometrias mais complexas, chamadas de logoaudiometrias, quando se pesquisa a audição de palavras selecionadas.

O audiômetro possui dois controles principais: o controle de volume e o controle de freqüência. O volume varia de 5 em 5 dB na faixa de -10 a 120 dB e as freqüências, como já citado, em faixas de oitava no intervalo de 125 a 8000 Hz.

Faz parte, ainda, deste equipamento um interruptor de sinais, um seletor de sinais para dirigir o som para um ou outro ouvido e um controlador de mascaramento. O anexo C apresenta uma série de audiogramas com os respectivos diagnósticos.

### **2. Tipos de audiometrias**

Para fins deste trabalho faz-se necessário diferenciar dois tipos de audiometrias que se complementam no diagnóstico das perdas auditivas, especialmente para localizar o local dos danos, se no ouvido interno ou no externo.

#### **2.1 Audiometria Tonal Aérea**

A audiometria tonal aérea é o teste mais comumente empregado visto que, em se obtendo o resultado normal (perdas < de 25 dB em todas as freqüências), dispensa-se o teste de condução óssea. Isto porque se o trabalhador ouve bem por condução aérea, ouvirá bem no teste de condução óssea, por não possuir qualquer dano no ouvido.

De acordo com SANTINO e COUTO (1995), inicia-se o exame audiométrico descendente na freqüência de 1000 Hz o que facilita ao trabalhador na percepção

do sinal que deverá ser ouvido e sinalizado, já que o ouvido humano é muito sensível a esta frequência. Então, determinado o limiar em 1000 Hz, passa-se às frequências de 500Hz e 250 Hz (sendo 125 e 750 Hz opcionais), a seguir passa-se ao teste das frequências de 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000Hz (sendo a frequência de 1500 Hz opcional).

Recomenda-se, para cada frequência, iniciar a determinação do limiar de audibilidade a partir de 50 dB, reduzindo-se a intensidade do som de 5 em 5 dB, até que cesse a percepção auditiva. Para certificar-se desta informação, faz-se o processo inverso, aumentando-se 5 dB e confirmando-se a última resposta fornecida. Este valor é tomado como limiar de audição do trabalhador naquela frequência, e deverá ser anotado na planilha de traçado audiométrico.

## **2.2 Audiometria óssea**

A audiometria óssea consiste em emitir o som diretamente sobre uma protusão óssea do crânio, registrando o limiar de audição. Sabe-se que os sólidos conduzem bem o som e que o crânio se comporta como tal. A emissão direta de um estímulo vibratório permite a percepção auditiva do sinal, por transmissão direta até a cóclea, fazendo um "by-pass" em todo o sistema de condução aérea do ouvido externo e médio (conduto, tímpano e ossículos). Assim, o exame de audiometria óssea constitui-se numa parte essencial da avaliação audiométrica para distinguir entre a hipoacusia por alteração no sistema de condução e distúrbios neurosensoriais.

O teste consiste em fixar o vibrador sobre uma superfície óssea, preferencialmente sobre o mastóide, tomando-se cuidado para que não haja cabelo entre o vibrador e a superfície óssea.

Para se obter boa qualidade na avaliação óssea, é necessário que no ouvido contralateral seja feito mascaramento, que consiste na emissão de um ruído de igual intensidade ao que está sendo emitido pelo vibrador; isto evita que o ouvido melhor ouça o sinal já que o som se propaga pela caixa craniana para os dois ouvidos.

## **3. Interpretação dos testes audiométricos**

Os testes audiométricos precisam ser interpretados segundo um critério para cumprirem o fim no qual se destinam. No entanto, SANTINO (1995, pag. 4) relata que, há pouco tempo, haviam muitos critérios adotados ou impostos no Brasil, mas uma grande parcela deles continha, até mesmo, erros grosseiros, fazendo com que qualquer profissional mais sério tivesse grande dificuldade em decidir sobre qual deles adotar na interpretação das audiometrias ocupacionais.

A seguir, apresentamos alguns critérios utilizados usualmente e, por fim, o

adotado pelo SECONCI, Serviço Social da Indústria da Construção e do Mobiliário do Estado de São Paulo, no diagnóstico e determinação do grau das perdas auditivas.

### 3.1 Critério do INSS

A Previdência Social por meio do Decreto 2.172, de 05/03/97 adotou o seguinte critério: - Cálculo da média aritmética das perdas em dB nas frequências de 500,1000, 2000 e 3000 Hz em cada ouvido. A perda é classificada conforme o seguinte critério:

- Até 25 d13 - normal

- De 26 a 40 d13 - redução em grau mínimo - De 41 a 70 d13 - redução em grau médio

- De 71 a 90 d13 - redução em grau máximo - Acima de 90 d13 - Perda da audição.

Este critério, porém, é puramente indenizatório, portanto está longe do ideal prevencionista.

### 3.2 Critério de Everardo Costa

Este autor utiliza duas médias no seu critério de interpretação audiométrica. A primeira composta pelas frequências de 500, 1000 e 2000 Hz para cada um dos ouvidos separadamente e a segunda composta pelas frequências de 3000, 4000 e 6000 Hz, também separadamente. Com os valores obtidos, classificam-se as perdas auditivas segundo a Tabela 1.

TABELA 1- Classificação audiométrica de Everardo Costa, 1992

CLASSIFICAÇÃO DE PERDAS AUDITIVAS INDUZIDAS PELO RUÍDO		
GRUPO	MÉDIA 500,1000, 2000 Hz	MÉDIA 3000, 4000, 6000 Hz
0	<= 25 dB	<= 25 dB
0+	<= 25 dB	<= 25 dB (*)
I	<= 25 dB	> 25 dB
II	<= 25 dB	>25 dB e 3000 Hz > 25 dB
III	<= 25 dB	> 25 dB e 2000 Hz > 25dB
IV	> 25 dB	> 25 dB
V	Traçados anômalos (patologias não induzidas pelo ruído)	

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

FONTE - SANTINO (1995)

### 3.3 Critério de Pereira

PEREIRA propôs seu critério, pela primeira vez, em 1980. Desde essa época ele vem sendo atualizado. A tabela abaixo apresenta sua última versão. Observa-se que o autor deu importância à frequência de 3 000 Hz a ponto de analisá-la

separadamente das outras. Por outro lado, acrescenta um grupo de perdas mistas, isto é, aquelas induzidas pelo ruído e outras de quaisquer natureza.

**TABELA 2 - Classificação audiométrica de Pereira (1980) atualizada**

GRUPO	GRAU	limiares auditivos médios nas frequências		
		500, 1000, 2000	3000	4000 ou 6000
0	Normal	até 25 dB	até 25 dB	até 25 dB
I	PAIR - 1º grau	até 25 dB	até 25 dB	25 a 35 dB
II	PAIR - 2º grau	até 25 dB	> 25 dB	> 35 dB
III	PAIR - 3º grau	acima de 25 dB	> 25 dB	> 25 dB
IV	PAIR e outras causas	Atende os requisitos de PAIR, porém há outras causas		
V	Outras causas			

FORTE - SANTINO (1995)

### 3.4 Critério Clínico

Como já citado, o SECONCI/SP utiliza o critério clínico na interpretação dos resultados dos testes audiométricos. Este critério é apresentado na Tabela 3.

**TABELA 3 - Classificação Audiométrica - Critério Clínico**

CLASSIFICAÇÃO DE PERDAS AUDITIVAS INDUZIDAS PELO RUÍDO							
Grau	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
0	< = 25						
1	Algum valor de 30 a 55				< = 25		
2					Algum valor de 30 a 55		
3	Algum valor > 55				< = 25		
4	< 25				Algum valor de 30 a 55		
5							
6	< = 25	> = 30 e < = 59			Algum valor > 60		
7	Algum valor > 60						
8	Algum valor > 30						
9	Outros resultados						
grau	CLASSIFICAÇÃO						
Grau 0	Audiometria normal						
Grau 1	Provável hipocústia de condução leve						
Grau 2	Provável lesão neurosensorial e de condução						
Grau 3	Provável hipocústia de condução importante						
Grau 4	Provável lesão neurosensorial leve (altas frequências)						
Grau 5	Provável lesão neurosensorial severa (altas frequências)						
Grau 6	Provável lesão neurosensorial e hipocústia incipiente						
Grau 7	Provável lesão neurosensorial e hipocústia severa						
Grau 8	Dano auditivo						
Grau 9	Dano auditivo a esclarecer						

FORTE - SANTINO (1995)

### 3.5 Fatores que influenciam na interpretação dos testes audiométricos

Influenciam na interpretação dos testes audiométricos vários fatores que se não forem observados pelo profissional que os realiza podem gerar resultados distantes da realidade. Kwitko (1993) os explicita:

### **a) Subjetividade do teste**

O teste depende da comunicação entre o profissional que o aplica e o trabalhador. É possível que falhas nesta comunicação ocorram pelos seguintes motivos:

- dificuldade do técnico ao efetuar o teste em estabelecer códigos gestuais que correspondam adequadamente aos estímulos recebidos pelo examinando;
- dificuldade do examinando em entender o que lhe é solicitado e/ou expressar em gestos suas sensações auditivas;
- sentimentos de receio não explicitados pelo examinando, por não saber para que se destina o teste e imaginar que eventuais perdas possam vir a lhe suceder com base nos resultados deste;
- proposital tentativa de criar confusão neste evento, com alguma finalidade de **tirar proveito.**

### **b) Não - especificidade.**

Além do ruído, outras agentes provocam outras patologias que causam alterações audiométricas.

### **c) Presbiacusia ou perda progressiva da audição causada por alterações patológicas devido à idade.**

Vários estudos consideram que o ruído e a idade interagem de maneira aditiva na presbiacusia. Assim, deve-se calcular um fator que atue como uma "correção pela idade", sendo subtraído do nível auditivo do indivíduo, de forma a determinar a quantidade de perda auditiva devida ao ruído, isoladamente.

### **d) Pequenas diferenças em decibéis**

Existem dificuldades na detecção de pequenas diferenças em decibéis, nas várias frequências testadas. Isto é, em instantes diferentes e diferentes situações de atenção, cansaço ou interesse, o mesmo indivíduo pode fornecer respostas diversas nos testes.

### **e) Perda auditiva temporária**

Pessoas que trabalham em altos níveis de pressão sonora sem proteção, ou com proteção insuficiente, podem também fornecer resultados audiométricos distintos, em virtude da perda auditiva temporária que ocorre, especialmente, nas altas frequências, e quando o teste é feito durante o horário de trabalho.

### **f) Ocorrência de zumbido**

Pessoas que já desenvolveram acentuada perda auditiva nas altas frequências podem gerar resultados audiométricos distintos, geralmente com grande variação.

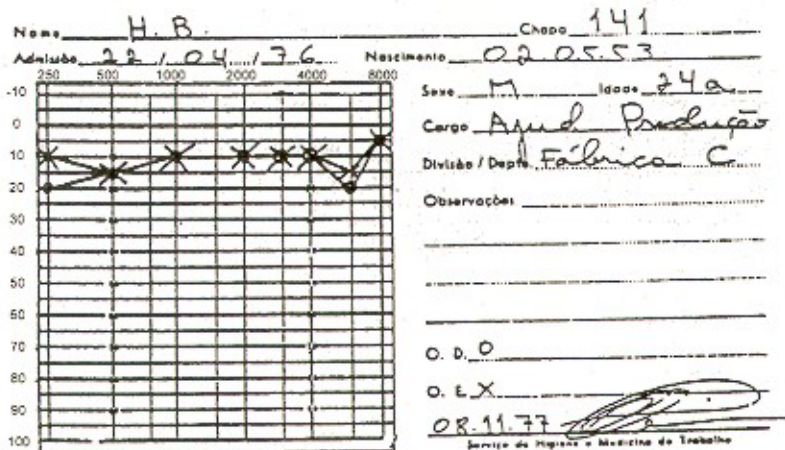
**g) “Efeito aprendido”**

A repetição dos testes pode levar à melhora dos resultados, o que não representa a regressão de lesões auditivas, e sim o aprimoramento da capacidade de responder ao teste.

# ANEXO D - Audiogramas mostrando a progressão do NIPTS

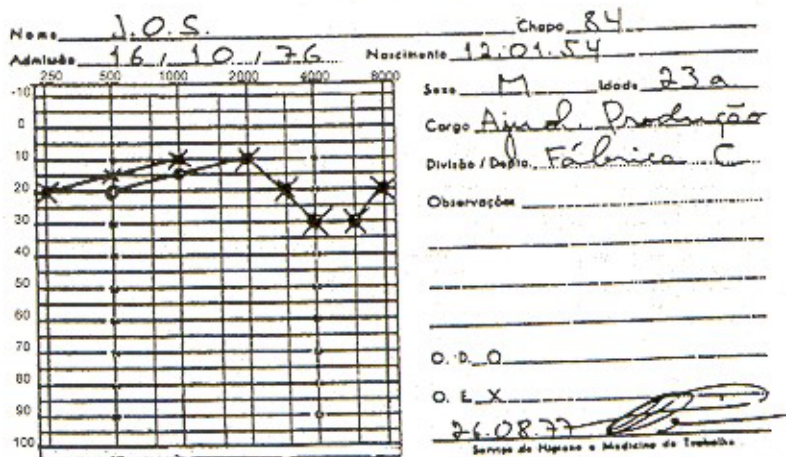
GRAU 0: Audiograma normal

Ficha Audiométrica



Grau I: Gota acústica

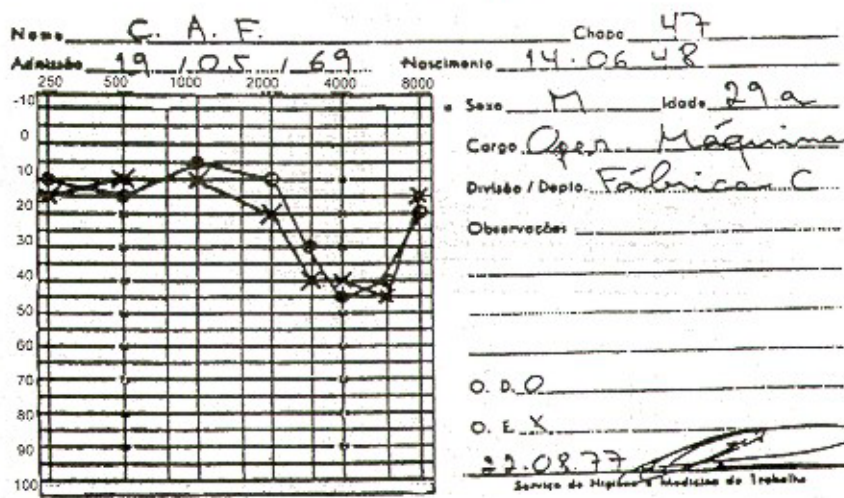
Ficha Audiométrica



Obs.: corresponde à gota acústica pequena.

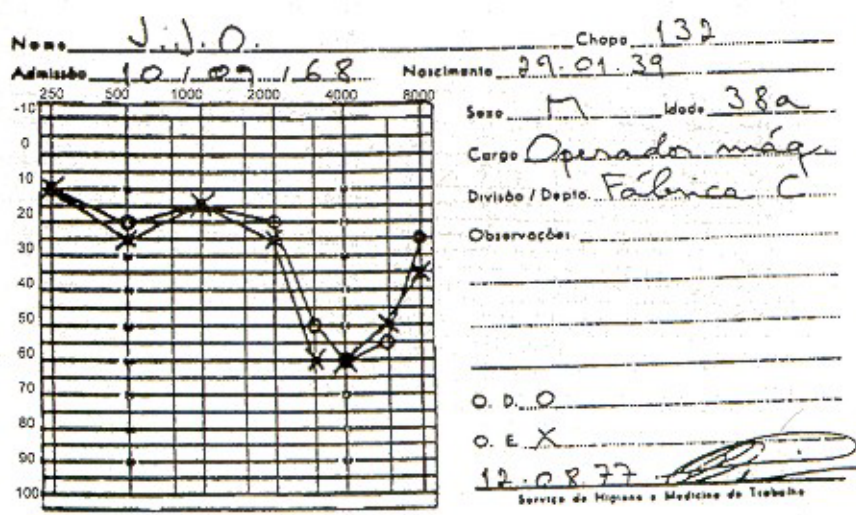
ANEXO D - Audiogramas mostrando a progressão do NIPTS - continua

Grau II: Prejuízo clínico  
Ficha Audiométrica



Obs.: corresponde à gota acústica média

Grau II: Prejuízo clínico  
Ficha Audiométrica



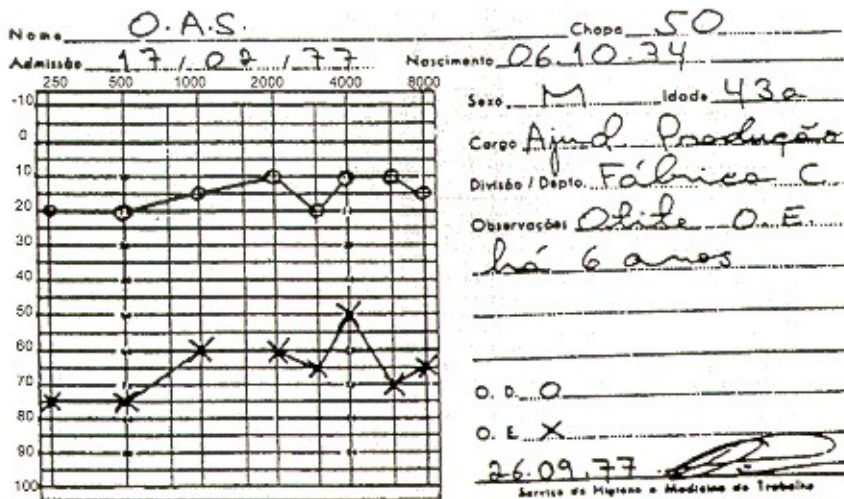
Obs.: corresponde à gota acústica grande



ANEXO D - Audiogramas mostrando a progressão do NIPTS – continua

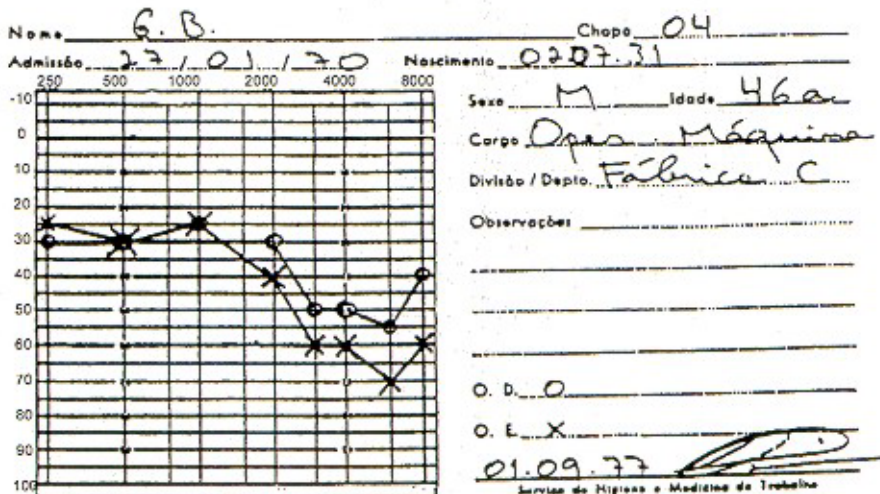
D.A.N.O.: Discutele não-ocupacional

Ficha Audiométrica



Grau III: Surdez profissional pp. dita

Ficha Audiométrica



## ANEXO E – Dados e resultados dos audiogramas

### E1 - Perdas referenciais

Nº do audiograma	Idade	ZERO DE CALIBRAÇÃO melhor ouvido						
		250	500	1000	2000	3000	4000	6000
1	15	15	10	10	5	15	20	10
2	18	5	5	10	10	10	10	10
3	18	5	5	5	0	10	0	0
4	18	5	5	10	10	10	10	10
5	18	15	10	5	10	5	15	10
6	18	10	10	20	20	10	10	20
7	18	15	10	10	15	20	5	10
8	18	10	10	10	10	15	10	10
9	18	10	10	10	0	5	0	15
10	18	10	5	5	10	10	10	10
11	18	10	10	5	10	10	5	5
12	18	10	10	5	0	15	10	5
13	19	10	10	10	10	20	15	10
14	19	10	10	5	5	5	10	10
15	19	5	10	15	15	10	10	20
16	19	20	20	20	20	20	20	15
17	19	10	15	15	25	30	25	25
18	19	10	10	15	20	30	40	40
19	19	5	5	5	0	0	10	25
20	19	5	5	0	0	10	20	25
21	19	10	5	10	10	5	10	40
22	19	10	5	5	15	15	15	15
23	19	10	10	20	25	15	5	10
24	19	10	15	15	0	5	15	20
25	19	15	20	15	15	15	5	5
26	19	10	10	10	10	15	20	15
27	19	10	5	10	20	10	5	5
28	19	15	10	15	15	15	0	0
29	19	10	10	5	0	15	5	5
30	19	10	10	10	10	10	10	15
31	19	10	5	5	5	15	5	25
32	19	20	0	10	10	15	10	0
33	19	15	15	15	10	15	20	15
34	19	10	20	20	20	20	15	10
35	19	10	10	10	15	15	10	5
36	19	13	10	10	0	-5	0	0
37	19	14	10	5	0	15	15	45
38	19	10	5	5	0	10	10	5
39	19	5	5	5	10	10	-0	5
40	19	10	10	15	15	10	20	5
41	19	20	10	10	0	10	10	20
42	19	10	10	10	0	5	5	10
43	20	0	0	0	-10	10	20	30
44	20	10	5	5	10	5	10	10
45	20	10	5	10	10	20	10	10
56	20	10	10	0	5	20	10	0
47	20	5	10	10	0	0	10	5

Perdas referenciais - continua

Nº do audiograma	Idade	ZERO DA CALIBRAÇÃO melhor ouvido						
		250	500	1000	2000	3000	4000	6000
48	20	10	10	15	15	15	10	15
49	20	5	5	10	5	5	10	30
50	20	10	10	10	10	10	20	15
51	20	10	5	10	10	10	20	10
52	20	15	5	15	20	15	15	20
53	20	5	5	10	10	10	15	0
54	20	10	10	10	10	20	20	20
55	20	10	10	15	15	15	15	10
56	20	10	10	15	10	10	15	0
57	20	15	15	15	15	10	20	20
58	20	5	5	10	0	5	0	0
59	20	10	10	10	20	15	10	10
60	20	10	10	0	10	10	10	0
61	20	15	10	15	15	20	10	5
62	20	20	10	10	10	20	10	20
63	20	15	10	10	10	15	10	15
64	20	10	10	10	10	10	5	5
65	20	15	10	10	15	20	15	10
66	20	5	5	0	10	5	0	10
67	20	20	20	10	10	10	20	10
68	20	5	10	10	0	5	10	10
69	20	10	20	10	10	10	10	10
70	20	15	15	20	15	15	15	15
71	20	10	10	10	10	20	10	0
72	20	10	5	5	0	5	0	5
73	20	10	10	20	30	25	30	20
74	20	5	10	5	5	10	15	20
75	20	10	10	15	10	10	10	15
76	20	10	5	5	20	15	10	10
77	20	9	15	15	19	9	5	5
78	20	15	10	5	5	19	5	5
79	20	10	10	5	0	5	0	5
80	20	15	15	10	10	10	20	15
81	20	10	10	10	5	10	10	10
82	20	15	10	10	15	20	10	5
83	20	20	10	5	5	10	15	10
84	20	15	15	10	10	20	15	10
85	20	10	15	10	10	10	10	0
86	20	20	10	10	10	20	40	10
87	20	10	10	10	15	20	20	10
88	20	10	10	20	20	15	10	10
89	20	10	10	10	10	10	10	5
80	20	5	10	5	10	15	20	15
91	20	10	10	10	10	30	20	20
<b>Idade Média</b>	<b>19,4</b>							
Nível auditivo mediano calculado		10	10	10	10	10	10	10
Nível auditivo mediano idealizado		10	10	10	10	10	10	10



## FUNÇÃO: AJUDANTES GERAIS

### E2 - Perdas auditivas no melhor ouvido dos ajudantes gerais

Categoria: AJUDANTE GERAL			PERDAS AUDITIVAS melhor ouvido						
No. do audiograma	Idade	Tempo de exposição	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
1	18	0,3	10	10	10	10	20	20	20
2	18	0,3	0	5	0	10	15	20	15
3	19	1,75	10	20	10	10	10	10	10
4	19	4	5	10	5	5	10	15	15
5	20	1	10	10	10	20	20	20	20
6	20	2	10	5	5	5	0	5	10
7	20	0,9	5	20	20	20	15	20	20
8	20	0,75	5	0	0	10	15	10	10
9	20	2	10	5	10	5	5	10	20
10	21	1	15	10	5	5	0	5	10
11	21	3	10	10	5	5	15	20	25
12	21	1,4	5	10	15	5	15	20	15
13	21	7	5	5	10	0	10	10	10
14	21	1,4	15	15	10	15	20	20	15
15	21	4	15	10	5	10	20	20	25
16	22	1,6	10	10	5	5	10	10	10
17	22	0,5	10	10	0	10	10	0	10
18	22	4	15	10	10	15	25	10	15
19	22	1,9	5	5	5	15	20	25	25
20	22	2	10	15	5	5	10	15	10
21	22	3,3	5	5	5	5	15	5	10
22	23	1,3	5	10	5	10	10	0	15
23	23	0,2	10	15	20	20	10	10	5
24	23	1	5	5	5	10	10	10	10
25	23	5	5	10	15	20	25	20	25
26	23	2	10	15	20	20	20	10	15
27	23	2	5	10	15	5	10	10	5
28	23	3	15	10	5	5	5	20	15
29	23	4	10	15	20	15	15	10	10
30	24	5	10	10	5	10	10	25	25
31	24	0,8	10	10	10	0	15	5	10
32	24	0,4	10	20	10	10	10	10	10
33	24	6	15	5	5	0	10	30	25
<b>MÉDIA</b>	21,6	2,3	10	10	5	10	10	10	15
Nível auditivo mediano calculado			10	10	10	10	10	12,5	15
Nível auditivo mediano idealizado			10,0	10,0	10,1	10,1	10,1	12,5	11,0

**FUNÇÃO: AJUDANTES GERAIS**

**E2 - Perdas auditivas no melhor ouvido dos ajudantes gerais - continuação**

Categoria: AJUDANTE GERAL			PERDAS AUDITIVAS melhor ouvido						
Nº do audiograma	Idade	Tempo de exposição	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
1	25	0,5	5	10	5	10	20	20	25
2	25	7	10	10	10	20	20	15	20
3	25	1,7	10	5	10	5	10	0	15
4	25	3	20	10	10	10	20	20	20
5	25	3	10	15	10	5	20	15	10
6	25	3	10	10	10	10	5	5	20
7	25	3,5	5	5	10	10	15	5	10
8	26	7	10	10	10	10	10	10	20
9	26	2	15	10	10	10	10	15	20
10	26	6	10	10	10	0	10	20	20
11	27	0,9	15	5	10	10	10	10	25
12	27	5	10	10	10	15	10	10	20
13	27	8	0	5	-5	0	0	10	10
14	28	1,2	10	5	5	20	15	15	10
15	28	3	10	10	10	15	5	15	10
MÉDIA	26,0	3,8							
Nível auditivo mediano calculado			10	10	10	10	10	13,5	20
Nível auditivo mediano idealizado			10,2	10,2	10,3	10,4	10,7	13,5	12,5
1	30	10a	10	5	15	10	15	25	20
2	30	10	10	10	5	0	0	0	10
3	31	3	10	15	10	10	15	10	15
4	32	10	5	10	-10	5	10	25	25
5	32	2	5	10	10	10	10	10	10
6	32	0,6	10	5	0	10	10	10	25
7	32	11	5	5	5	5	20	10	20
8	32	14	10	15	10	5	10	15	25
9	34	9	10	10	15	15	15	10	15
10	35	5	0	10	10	10	15	10	20
11	35	8	20	10	10	10	10	20	10
12	37	7	5	10	15	5	20	35	25
MÉDIA	32,7	7,2							
Nível auditivo mediano calculado			10	10	10	10	12,5	10	20
Nível auditivo mediano idealizado			10,6	10,8	10,9	11,5	12,5	17,5	16,5

## FUNÇÃO: AJUDANTES GERAIS

### E2.1 - Demonstrativo de cálculo das NIPTS dos ajudantes gerais em dB(A)

CATEGORIA: AJUDANTE GERAL

PERDAS TOTAIS	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
FE=18-24; IM=21,6; EM=2,3	10,0	10,0	10,1	10,1	11,1	12,5	11,0
FE=25-29; IM=26,0; EM=3,8	10,2	10,2	10,3	10,4	10,7	13,5	12,5
FE=30-39; IM=32,7; EM=7,2	10,6	10,8	10,9	11,5	12,5	17,5	16,5
<b>PERDAS REFERENCIAIS EM dB(A)</b>							
	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
<b>PERDAS POR IDADE EM dB(A)</b>							
	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
FE=18-24; IM=21,6; EM=2,3	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
FE=25-29; IM=26,0; EM=3,8	0,2	0,2	0,3	0,4	0,7	1,0	1,2
FE=30-39; IM=32,7; EM=7,2	0,6	0,8	0,9	1,5	2,5	3,4	3,9
<b>PERDAS TOTAIS - PERDAS REFERENCIAIS EM dB(A)</b>							
	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
FE=18-24; IM=21,6; EM=2,3	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	2,5	1,0
FE=25-29; IM=26,0; EM=3,8	0,2	0,2	0,3	0,4	0,7	3,5	2,5
FE=30-39; IM=32,7; EM=7,2	0,6	0,8	0,9	1,5	2,5	7,5	6,5
<b>NIPTS = PERDAS TOTAIS - PERDAS REFERENCIAIS - PERDAS POR IDADE EM dB(A)</b>							
	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
FE=18-24; IM=21,6; EM=2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,8
FE=25-29; IM=26,0; EM=3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	1,3
FE=30-39; IM=32,7; EM=7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	2,6



# FUNÇÃO: PEDREIROS

## E3 - Perdas Auditivas no melhor ouvido dos pedreiros

Categoria: PEDREIRO			PERDAS AUDITIVAS melhor ouvido						
Nº do audiograma	Idade	Tempo de exposição	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
1	29	8	5	5	5	0	0	0	10
2	29	6	-5	0	-5	0	5	5	15
3	28	8	10	5	10	10	10	5	10
4	26	8	10	10	10	5	10	10	5
Média	28	7,5							
Nível auditivo mediano calculado			7,5	5	7,5	2,5	7,5	5	10
Nível auditivo mediano idealizado			10,3	10,3	10,4	10,6	12,5	15,0	12,5
1	33	2	10	10	5	10	10	20	15
2	33	10	5	5	5	0	15	20	20
3	38	15	5	5	5	5	10	20	10
Média	34,7	9							
Nível auditivo mediano calculado			5	5	5	5	10	20	15
Nível auditivo mediano idealizado			10,8	11,0	11,1	12,0	15,0	18,5	17,5
1	43	19	20	15	10	5	20	35	40
2	48	29	10	5	5	15	30	50	60
3	49	25	15	10	5	25	25	25	20
4	42	9	10	10	5	10	5	25	30
5	46	25	5	5	5	10	5	5	15
Média	45,6	21,4							
Nível auditivo mediano calculado			10	10	5	10	20	25	30
Nível auditivo mediano idealizado			12,0	12,4	12,7	14,8	20,0	25,0	25,0
1	63	28	15	20	30	50	60	65	60
2	56	25	10	10	10	10	10	20	20
Média	59,5	26,5							
Nível auditivo mediano calculado			12,5	15	20	30	35	42,5	40
Nível auditivo mediano idealizado			14,5	15,2	16,0	20,5	30,0	38,5	40,0

## FUNÇÃO: PEDREIROS

### E3.1 - Demonstrativo de cálculo das NIPTS dos pedreiros em dB(A)

#### CATEGORIA: PEDREIRO

#### PERDAS TOTAIS EM dB(A)

	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
FE=20-29; IM=28,0; EM= 8,0	10,3	10,3	10,4	10,8	12,5	15	12,5
FE=30-39; IM=34,7; EM=10,3	10,8	11,0	11,1	12,0	15,0	18,5	17,5
FE=40-49; IM=45,6; EM=21,4	12,0	12,4	12,7	14,8	20,0	25,0	27,5
FE > 50; IM=59,6; EM=32,0	14,5	15,2	16,0	20,5	30,0	38,5	40,0

#### PERDAS REFERENCIAIS EM dB(A)

	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0

#### PERDAS TOTAIS - PERDAS REFERENCIAIS EM dB(A)

	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
FE=20-29; IM=28,0; EM= 8,0	-2,5	-5,0	-2,5	-5,0	-2,5	-2,5	0,0
FE=30-39; IM=34,7; EM=10,3	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	0,0	10,0	5,0
FE=40-49; IM=45,6; EM=21,4	0,0	0,0	0,0	2,5	10,0	15,0	17,5
FE > 50; IM=59,6; EM=32,0	2,5	5,0	5,0	10,0	20,0	25,0	30,0

#### PERDAS POR IDADE EM dB(A)

	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
FE=20-29; IM=28,0; EM= 8,0	0,3	0,3	0,4	0,6	1,0	1,4	1,6
FE=30-39; IM=34,7; EM=10,3	0,8	1,0	1,1	2,0	3,2	4,5	5,0
FE=40-49; IM=45,6; EM=21,4	2,0	2,4	2,7	4,8	7,8	10,9	12,3
FE > 50; IM=59,6; EM=32,0	4,5	5,2	6,0	10,5	17,2	24,0	27,0

#### NIPTS = PERDAS TOTAIS - PERDAS REFERENCIAIS - PERDAS POR IDADE EM dB(A)

	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
FE=20-29; IM=28,0; EM= 8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,9
FE=30-39; IM=34,7; EM=10,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	2,5
FE=40-49; IM=45,6; EM=21,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	2,7
FE > 50; IM=59,6; EM=32,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	3,0



## FUNÇÃO: ARMADORES

### E4 - Perdas Auditivas no melhor ouvido dos armadores

Categoria: ARMADOR			PERDAS AUDITIVAS melhor ouvido						
Nº do audiograma	Idade (anos)	Tempo de exposição (anos)	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
1	22	1,7	10	10	5	5	10	5	10
2	24	0,5	10	5	5	10	15	0	0
3	24	4,5	5	10	10	10	10	20	20
4	27	5	10	10	10	10	35	15	15
5	27	7	10	5	5	10	10	15	20
6	28	6	10	10	5	5	10	5	10
7	29	3,2	10	5	5	5	10	20	15
8	29	9	10	10	15	20	25	20	20
<b>Média</b>	<b>26,3</b>	<b>4,6</b>							
Nível Auditivo Mediano calculado			10	10	5	10	10	15,0	15,0
Nível Auditivo Mediano idealizado			10,2	10,2	10,3	10,5	12,5	13,5	12,5
1	30	2,6	10	5	10	5	5	0	10
2	30	8,7	10	10	10	10	15	15	15
3	30	8	15	10	15	20	15	20	25
4	31	9	10	5	10	15	15	35	20
5	31	10,5	10	10	10	5	10	10	15
6	31	16	10	10	5	5	5	10	10
7	32	9	5	5	10	15	15	55	65
8	32	7	10	5	5	0	5	10	10
9	34	14	5	10	10	5	10	20	34
10	35	15	15	10	10	15	5	25	20
11	36	14	20	25	30	15	15	30	30
12	36	15	15	10	15	10	15	25	15
13	37	10	0	5	10	0	10	5	5
14	38	2,5	0	10	12	12	12	0	0
15	38	15	5	5	5	-5	10	5	40
16	39	14	0	0	5	5	10	10	20
<b>Média</b>	<b>35,8</b>	<b>10,6</b>							
Nível Auditivo Mediano calculado			10	10	10	7,5	10	12,5	17,5
Nível Auditivo Mediano idealizado			10,7	10,9	11,0	11,7	15,0	17,5	16,5
1	40	15	10	5	10	20	20	20	15
2	41	22	10	10	15	20	20	25	20
3	42	8	10	10	16	16	16	25	24
4	43	22	15	15	20	15	35	40	30
5	44	18	5	5	10	5	10	25	10
6	44	23	10	10	10	15	25	25	30
7	44	28	10	10	10	15	20	45	25
8	47	15	11	8	5	11	17	18	32
9	49	22	10	5	5	10	20	30	35

**FUNÇÃO: ARMADORES**

**E4 - Perdas Auditivas no melhor ouvido dos armadores – continuação**

Categoria: ARMADOR			PERDAS AUDITIVAS melhor ouvido						
Nº do audiograma	Idade	T.Const	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
<b>Média</b>	43,8	19,2							
Nível auditivo mediano calculado			10	10	10	15	20	25	25
Nível auditivo mediano idealizado			12,0	12,3	12,7	15,0	20,0	25,0	24,5
1	51	15	15	15	20	45	50	60	55
2	52	23	25	20	20	20	20	20	35
3	52	30	10	5	15	25	30	15	20
4	54	18	10	5	10	15	25	35	65
5	54	20	15	15	15	20	25	25	35
6	55	36	15	15	15	20	15	30	25
7	57	23	10	10	20	20	20	20	30
8	60	30	15	15	5	5	10	10	10
9	62	20	5	5	5	5	40	55	40
10	63	25	10	15	30	30	60	55	70
<b>Média</b>	56,0	23,9							
Nível auditivo mediano calculado			12,5	15,0	15,0	20,0	27,5	27,5	35,0
Nível auditivo mediano idealizado			14,3	15,1	15,8	20,1	28,5	37,5	38,5

## FUNÇÃO: ARMADORES

### E4.1 - Demonstrativo de cálculo das NIPTS dos armadores em dB(A)

CATEGORIA: ARMADOR

#### PERDAS TOTAIS EM dB(A)

	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
FE=20-29; IM=26,3; EM= 4,6	10,2	10,2	10,3	10,5	12,5	13,5	12,5
FE=30-39; IM=33,8; EM=10,6	10,7	10,9	11,0	11,7	15,0	17,5	16,5
FE=40-49; IM=43,8; EM=19,2	12,0	12,3	12,7	15,0	20,0	25,0	24,5
FE > 50; IM=56,0; EM=23,9	14,3	15,1	15,8	20,1	28,5	37,5	38,5

#### PERDAS REFERENCIAIS EM dB(A)

	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
	10	10	10	10	10	10	10

#### PERDAS TOTAIS - PERDAS REFERENCIAIS EM dB(A)

	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
FE=20-29; IM=26,3; EM= 4,6	0,2	0,2	0,3	0,5	2,5	3,5	2,5
FE=30-39; IM=33,8; EM=10,6	0,7	0,9	1,0	1,7	5,0	7,5	6,5
FE=40-49; IM=43,8; EM=19,2	2,0	2,3	2,7	5,0	10,0	15,0	14,5
FE > 50; IM=56,0; EM=23,9	4,5	5,1	5,8	10,1	18,5	27,5	28,5

#### PERDAS POR IDADE EM dB(A)

	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
FE=20-29; IM=26,3; EM= 4,6	0,2	0,2	0,3	0,5	0,8	1,1	1,2
FE=30-39; IM=33,8; EM=10,6	0,7	0,9	1,0	1,7	2,9	4,0	4,5
FE=40-49; IM=43,8; EM=19,2	2,0	2,3	2,7	4,7	7,7	10,7	12,0
FE > 50; IM=56,0; EM=23,9	4,3	5,1	5,8	10,1	16,6	23,1	26,0

#### NIPTS = PERDAS TOTAIS - PERDAS REFERENCIAIS - PERDAS POR IDADE EM dB(A)

	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
FE=20-29; IM=26,3; EM= 4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	2,4	1,3
FE=30-39; IM=33,8; EM=10,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	3,5	2,0
FE=40-49; IM=43,8; EM=19,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	2,3	2,5
FE > 50; IM=56,0; EM=23,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	4,4	2,5



## FUNÇÃO: CARPINTEIROS

### E5 - Perdas auditivas no melhor ouvido dos carpinteiros

Categoria: CARPINTEIRO			PERDAS AUDITIVAS melhor ouvido						
Nº do audiograma	Idade (anos)	Tempo de exposição (anos)	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
1	28	11	10	10	0	10	10	15	10
2	24	3	15	10	10	5	10	10	25
3	21	3,5	10	5	5	-5	0	10	30
4	24	6	10	15	20	0	65	50	15
5	26	5	10	10	5	10	5	25	20
6	29	11	5	5	0	0	0	5	5
7	21	2	5	10	5	10	10	10	15
8	23	6	10	10	18	10	18	18	12
9	29	7	9	6	9	15	15	15	30
10	26	3	20	15	10	5	15	15	15
11	29	15	20	15	15	15	15	60	35
12	26	3	5	5	5	5	15	5	5
13	27	8	10	10	5	5	10	15	20
14	28	3	10	10	15	5	15	20	15
15	26	8	20	20	25	20	20	30	20
16	28	8	10	10	10	5	10	15	15
17	28	10	10	15	15	35	30	60	35
18	20	2	10	10	5	5	10	5	10
19	22	3,6	0	5	5	5	0	15	5
20	21	3	10	10	5	0	15	10	10
21	29	4	5	5	10	15	10	20	5
22	24	6	10	5	5	15	35	20	15
23	24	5	15	10	10	20	20	30	35
24	24	4	12	11	3	3	16	7	11
25	25	5	15	15	15	10	10	20	20
26	29	9	15	5	5	5	5	5	10
27	28	3	5	10	15	10	25	30	35
28	26	10	10	10	10	0	0	0	10
29	27	9	8	8	2	2	8	8	12
30	25	4	10	5	5	10	0	15	10
31	29	7	17	10	15	5	10	15	15
32	27	10	8	8	10	5	5	30	30
33	26	1	10	10	0	5	5	15	15
34	29	10	10	5	10	10	20	10	25
35	29	9	10	10	10	15	10	30	20
36	25	14,2	20	15	10	10	20	15	15
37	24	5	10	10	15	20	20	5	15
38	29	4	10	15	10	0	30	30	20
39	27	7	25	15	10	5	15	30	35
40	28	3	8	10	11	10	15	5	6

FUNÇÃO: CARPINTEIROS

E5 - Perdas auditivas no melhor ouvido dos carpinteiros - continua

Categoria: CARPINTEIRO			PERDAS AUDITIVAS melhor ouvido						
Nº do audiograma	Idade (anos)	Tempo de exposição (anos)	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
19	37	4	10	10	5	5	5	20	15
20	35	15	5	5	0	5	30	30	15
21	31	15	10	5	10	15	35	35	30
22	37	2	10	15	10	15	20	50	55
23	37	2	5	10	5	15	20	40	50
24	32	16	15	10	10	15	20	15	15
25	33	14	5	0	15	15	20	15	25
26	35	12	10	10	15	15	25	35	25
27	33	10	10	15	5	0	10	15	10
28	34	13	15	15	10	20	35	55	25
29	35	15	5	10	10	10	15	30	25
30	34	10	5	5	10	10	10	20	30
31	34	12	5	5	15	10	10	15	10
32	31	11	5	10	10	5	15	10	20
33	36	12	15	10	20	15	15	30	20
34	36	12	10	5	10	5	15	30	25
35	35	15	10	10	15	10	15	10	20
36	30	8	10	5	5	5	10	15	10
37	34	8	10	5	5	5	10	10	15
38	32	5	10	10	15	5	15	45	40
39	37	13	15	10	10	10	10	25	25
40	35	6	20	20	10	15	10	30	40
41	39	14	15	10	20	20	20	35	30
42	31	10	0	5	5	5	10	15	20
43	32	10	5	5	10	15	20	10	5
44	30	10	12	18	10	10	18	8	10
45	32	10	10	5	5	20	30	55	50
46	34	15	15	10	10	10	15	20	35
47	38	19	15	10	15	40	55	50	55
48	39	11	5	5	5	10	15	10	10
49	35	22	20	20	20	20	30	35	20
50	32	5	5	10	5	5	10	10	10
51	30	12	5	5	10	10	15	15	20
52	35	13	5	10	15	15	15	25	20
53	34	9	5	10	5	5	5	10	10
54	38	13	15	10	10	10	30	45	50
55	36	17	15	20	10	10	10	20	20
56	35	10	15	10	5	20	20	25	35
57	35	14,2	15	18	14	14	14	43	34
58	30	8	10	10	15	5	10	25	10

# FUNÇÃO: CARPINTEIROS

## E5 - Perdas auditivas no melhor ouvido dos carpinteiros - continua

Categoria: CARPINTEIRO			PERDAS AUDITIVAS melhor ouvido						
Nº do audiograma	Idade (anos)	Tempo de exposição (anos)	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
59	35	12	5	5	20	25	20	20	15
60	37	14	10	5	20	15	15	10	15
61	38	19	15	10	5	10	15	10	15
62	32	4	10	10	10	15	20	15	15
63	32	11	10	5	5	0	10	15	15
64	35	13	0	5	5	5	15	10	10
65	37	13	10	5	5	10	30	25	30
66	36	9	15	10	20	30	35	25	35
67	30	13	5	5	0	15	10	30	45
68	30	5	10	5	20	40	40	45	20
69	31	10	15	10	15	10	15	40	15
70	36	8	10	15	15	20	20	25	25
71	39	8	10	5	15	10	30	35	35
72	32	13	10	15	10	15	20	30	20
73	36	6	10	5	15	10	10	20	20
74	37	20	10	10	5	15	10	20	15
75	38	19	12	12	17	11	16	21	22
76	30	10	9	9	9	12	18	60	50
77	37	18	5	5	5	10	15	20	15
78	36	16	15	10	15	20	15	20	25
79	37	18	20	10	0	5	15	20	30
80	36	20	6	11	10	10	27	31	20
81	36	16	10	5	5	5	10	15	15
82	35	16	15	10	10	0	10	10	15
83	37	17	10	5	10	20	35	65	25
84	36	5	10	10	15	15	15	20	35
85	37	15	10	10	15	10	5	15	20
86	38	10	5	5	10	15	20	25	20
87	30	10	5	0	5	5	20	20	25
88	39	20	10	10	25	20	15	15	10
89	31	8	5	10	20	15	10	15	10
90	35	17	20	15	5	20	15	15	25
91	36	15	10	15	20	20	20	25	25
92	30	10	5	10	10	26	35	46	24
93	35	19	10	5	10	10	10	20	25
<b>MÉDIA</b>	<b>34,5</b>	<b>12,2</b>							
Nível auditivo mediano calculado			<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>20</b>
Nível auditivo mediano idealizado			<b>10,8</b>	<b>10,9</b>	<b>11,1</b>	<b>12,5</b>	<b>17,5</b>	<b>22,5</b>	<b>20,0</b>
1	44	19,5	5	5	10	5	10	5	15
2	43	20	10	5	10	20	25	20	20



FUNÇÃO: CARPINTEIROS

E5 - Perdas auditivas no melhor ouvido dos carpinteiros - continua

Categoria: CARPINTEIRO			PERDAS AUDITIVAS melhor ouvido						
Nº do audiograma	Idade (anos)	Tempo de exposição (anos)	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
3	43	14,5	10	5	10	15	20	40	35
4	48	24	5	10	0	5	10	20	25
5	49	12	20	10	10	15	35	35	30
6	48	20	10	5	10	15	20	30	20
7	42	18	10	10	10	15	20	20	20
8	46	27	10	10	0	20	20	20	15
9	42	24	5	10	15	15	10	30	35
10	41	0,25	11	15	10	5	40	35	40
11	42	8	2	2	1	2	11	16	65
12	42	15	5	5	10	20	50	45	50
13	45	15	5	5	0	0	10	35	25
14	42	12	5	5	10	15	30	25	25
15	47	21	15	20	20	15	25	50	40
16	45	11	5	5	10	25	5	20	25
17	46	20	20	10	20	40	40	50	50
18	48	10	15	10	20	40	70	65	55
19	40	21	5	5	10	15	20	50	40
20	44	16	10	5	10	5	20	5	20
21	44	26	10	5	25	36	30	35	24
22	44	22	10	15	15	20	50	55	45
23	42	17	8	9	13	13	14	38	24
24	40	19	17	14	10	16	35	57	48
25	41	22	10	10	15	10	35	40	45
26	43	12	5	5	5	10	5	10	25
27	43	16	5	0	10	15	25	20	15
28	46	20	15	10	15	20	45	40	35
29	41	10	10	10	5	15	15	20	25
30	48	19,5	10	15	15	18	22	30	8
31	44	13	15	10	10	10	30	50	45
32	48	18	20	20	10	15	17	27	22
33	43	21,5	10	5	10	10	10	25	10
34	42	25	10	0	0	10	45	45	5
35	49	25	15	15	10	5	20	25	20
36	41	8	10	5	5	5	10	20	20
37	41	10	15	10	15	15	10	25	20
38	43	22	5	5	10	10	15	20	15
39	43	21,5	6	17	15	21	38	56	50
40	46	25	10	10	10	10	30	35	20
41	46	25	5	10	15	15	20	25	30
42	43	19	10	5	5	15	10	25	25

# FUNÇÃO: CARPINTEIROS

## E5 - Perdas auditivas no melhor ouvido dos carpinteiros - continua

Categoria: CARPINTEIRO			PERDAS AUDITIVAS melhor ouvido						
Nº de audiograma	Idade (anos)	Tempo de exposição (anos)	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
43	45	23	20	10	10	15	10	20	25
44	42	16	20	5	10	5	15	25	15
45	44	20	5	10	10	5	25	45	45
46	46	32	20	10	20	35	40	50	20
47	42	23	20	15	15	5	35	40	35
48	49	19	10	5	10	5	25	25	20
49	49	20	10	10	15	30	40	35	20
50	46	21	10	10	5	5	30	20	15
51	42	21	15	5	5	10	25	40	35
52	45	23	10	5	5	10	10	10	20
53	47	23	10	5	5	5	15	25	20
54	41	23	15	25	25	20	15	45	40
55	48	15	5	5	15	10	10	5	20
56	49	30	12	6	18	21	31	52	30
57	41	22	10	5	10	15	35	45	30
58	42	22	20	10	10	10	10	25	20
59	44	4	15	10	15	15	5	20	25
60	47	1,5	15	10	15	10	15	20	15
61	40	19	15	15	15	15	40	35	30
62	43	23	10	10	15	20	40	35	25
63	40	10	5	10	20	25	20	35	15
64	44	25	10	10	5	10	50	45	50
65	43	23	20	15	15	10	20	20	25
66	43	24	15	15	30	20	25	35	25
<b>MÉDIA</b>	<b>44,1</b>	<b>18,5</b>							
<b>Nível auditivo mediano calculado</b>			<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>25</b>
<b>Nível auditivo mediano idealizado</b>			<b>12,0</b>	<b>12,4</b>	<b>12,7</b>	<b>15,0</b>	<b>22,5</b>	<b>30,0</b>	<b>28,5</b>
1	50	23	10	10	15	20	50	35	15
2	54	30	10	10	20	20	25	45	40
3	52	24	10	5	10	10	20	25	35
4	54	33	20	20	20	20	30	40	65
5	57	20	30	35	30	20	25	35	45
6	58	20	10	5	10	10	45	65	65
7	58	20	15	10	15	20	20	45	45
8	52	24	10	10	10	15	15	25	40
9	56	19	32	26	21	31	46	56	32
10	59	26	10	10	15	25	15	30	30
11	52	30	10	10	5	15	30	60	65
12	59	29	5	10	15	25	35	40	25
13	55	30	15	10	10	15	30	40	35



## FUNÇÃO: CARPINTEIROS

### E5 - Perdas auditivas no melhor ouvido dos carpinteiros - continua

Categoria: CARPINTEIRO			PERDAS AUDITIVAS melhor ouvido						
Nº do audiograma	Idade (anos)	Tempo de exposição (anos)	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
14	63	30	5	10	10	15	30	55	65
15	50	22,5	10	0	10	10	10	45	50
16	55	20	10	5	10	20	32	32	31
17	50	25,4	10	10	15	15	10	40	40
18	53	23,5	20	20	30	45	45	45	40
19	51	15	15	10	10	20	25	25	30
20	52	22	10	5	5	10	25	30	20
21	52	12	10	10	10	15	10	20	25
22	50	8	11	11	18	21	18	41	17
23	52	10	10	15	15	10	30	25	25
24	68	46	25	25	30	25	60	55	55
25	57	28	15	15	10	15	15	15	20
26	50	28	20	20	15	25	25	45	60
27	50	20	10	10	10	10	15	52	30
28	57	35	15	10	30	50	50	50	65
29	58	22	10	10	15	25	45	55	60
30	50	35	10	15	20	15	25	30	35
31	51	29	20	10	10	15	30	60	30
MÉDIA	54,4	24,5							
Nível auditivo mediano calculado			10	10	15	20	25	40	35
Nível auditivo mediano idealizado			14,0	14,8	15,3	20,0	30,0	40,0	40,0

## FUNÇÃO: CARPINTEIROS

### E5.1 - Demonstrativo de cálculos das NIPTS dos carpinteiros em dB(A)

#### CATEGORIA: CARPINTEIRO

##### PERDAS TOTAIS EM dB(A)

	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
FE=20-29;IM=26,0;EM = 5,9	10,2	10,2	10,3	10,4	12,5	17,5	15,0
FE=30-39;IM=34,4;EM =12,1	10,8	10,9	11,1	12,5	17,5	22,5	20,0
FE=40-49;IM=44,1;EM =18,3	12,0	12,4	12,7	15,0	22,5	30,0	28,5
FE > 50;IM=54,3;EM =24,5	14,0	14,6	15,3	20,0	30,0	40,0	40,0

##### PERDAS REFERENCIAIS EM dB(A)

	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0

##### PERDAS TOTAIS - PERDAS REFERENCIAIS EM dB(A)

	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
FE=20-29;IM=26,0;EM = 5,9	0,2	0,2	0,3	0,4	2,5	7,5	5,0
FE=30-39;IM=34,4;EM =12,1	0,8	0,9	1,1	2,5	7,5	12,5	10,0
FE=40-49;IM=44,1;EM =18,3	2,0	2,4	2,7	5,0	12,5	20,0	18,5
FE > 50;IM=54,3;EM =24,5	4,0	4,6	5,3	10,0	20,0	30,0	30,0

##### PERDAS POR IDADE EM dB(A)

	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
FE=20-29;IM=26,0;EM = 5,9	0,2	0,2	0,3	0,4	0,7	1,0	1,2
FE=30-39;IM=34,4;EM =12,1	0,8	0,9	1,1	1,9	3,1	4,3	4,8
FE=40-49;IM=44,1;EM =18,3	2,0	2,4	2,7	4,8	7,8	10,9	12,3
FE > 50;IM=54,3;EM =24,5	4,0	4,6	5,3	9,2	15,2	21,1	23,7

##### NIPTS = PERDAS TOTAIS - PERDAS REFERENCIAIS - PERDAS POR IDADE EM dB(A)

	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
FE=20-29;IM=26,0;EM = 5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	6,5	3,8
FE=30-39;IM=34,4;EM =12,1	0,0	0,0	0,0	0,6	4,4	8,2	5,2
FE=40-49;IM=44,1;EM =18,3	0,0	0,0	0,0	0,2	4,7	9,1	6,7
FE > 50;IM=54,3;EM =24,5	0,0	0,0	0,0	0,8	4,8	8,9	6,3

onde: FE - Faixa Etária  
 IM- Idade média  
 EM - Exposição média



## GLOSSÁRIO

**P**ara os fins deste trabalho aplicam-se as seguintes definições:  
**Fon**: número em dB acima do limiar de audibilidade de um som julgado, subjetivamente, como da mesma intensidade, ou volume, que outro som a 1 KHz.

**Nível de pressão sonora,  $L_p$** : Nível em decibéis dado pela equação:

$$L_p = 10 \cdot \log(p/p_0)^2$$

onde  $p$  é a pressão sonora em Pascal. A pressão sonora de referência,  $p_0$ , é 20m Pa ou  $2,0 \times 10^{-5}$  N/m<sup>2</sup>, de acordo com a ISO 1683.

**Nível de pressão sonora ponderado A**: nível de pressão sonora, em decibéis, ponderado em relação à frequência segundo a curva de compensação A estabelecida pela IEC 651. É expresso pela seguinte equação:

$$L_{p_A} = 10 \cdot \log(p_A/p_0)^2$$

onde:  $p_A$  é a pressão sonora ponderada no filtro A, em pascal.

**Prejuízo auditivo**: desvio ou mudança para pior do limiar de audição normal.

**Risco de danos auditivos**: fração da população sofrendo perdas auditivas.

**Risco de dano auditivo induzida pelo ruído**: - Risco de dano auditivo de uma população exposta ao ruído diminuído do risco de danos auditivos em uma população não exposta ao ruído, mas, por outro lado, equivalente a população exposta ao ruído.

**Nível limiar de audição associado a idade e ruído (HTLAN),  $H'$** : Limiar permanente de audição, em decibéis, de uma população (como a definida na ISO 389 (HTL) - Nível Limiar de audição).

**Mudança permanente do limiar de audição, N:** É a mudança permanente, real ou potencial, em decibéis, dos níveis dos limiares de audição causado somente por exposição ao ruído.

**Nível limiar de audição associado com a idade (HTLA), H:** Nível limiar de audição, em decibéis, associado, somente, com a idade sem nenhuma influência da exposição ao ruído.

**Ciclo de exposição:** conjunto de situações acústicas ao qual é submetido o trabalhador, em seqüência definida, e que se repete de forma contínua no decorrer da jornada de trabalho.

**Dosímetro de ruído:** medidor integrador de uso pessoal que fornece a dose da exposição ocupacional ao ruído.

**Grupo homogêneo:** é o grupo de trabalhadores que apresenta condições semelhantes de exposição a ruído.

**Incremento de duplicação de dose ( q ):** incremento em decibéis que quando adicionado a um determinado nível implica a duplicação da dose de exposição ou a redução para a metade do tempo máximo permitido.

**Limite de exposição Valor Teto:** corresponde ao valor máximo, acima do qual não é permitida exposição em nenhum momento da jornada de trabalho. Medidor integrador de uso pessoal: qualquer medidor que possa ser fixado no trabalhador durante o período de medição, fornecendo por meio da integração a dose ou nível médio.

**Nível de ação** - valor acima do qual devem ser iniciadas ações preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições ao ruído ultrapassem o limite de exposição.

**Nível de exposição normalizado:** é o nível médio representativo da exposição ocupacional, normalizado para uma jornada padrão de 8 horas diárias.

**Nível equivalente:** é o nível médio que considera o incremento de duplicação de dose igual a 3 ( $q = 3$ ), baseado na equivalência de energia.

**Nível médio:** nível de ruído representativo da exposição ocupacional relativo ao período de medição, que considera os diversos valores de níveis instantâneos ocorridos no período e os parâmetros de medição pré-definidos.

**Ruído contínuo ou intermitente:** é todo e qualquer ruído que não se classifique como ruído de impacto ou impulsivo.

**Ruído de impacto ou impulsivo:** é o ruído que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1 (um) segundo, a intervalos superiores a 1 (um) segundo. Embora o ruído de impulso ou impacto possa ser definido de várias maneiras (ver ISO 2204 e ISO 1996-2), para os fins desta dissertação, todo ruído não permanente na indústria, geralmente caracterizado como de impacto ou impulsivo foi incluído na medida de exposições sonoras.

**Situação acústica:** cada parte do ciclo de exposição na qual as condições de exposição a ruído podem ser consideradas constantes.

**Zona auditiva:** é a região do espaço delimitada por um raio de  $150 \text{ mm} \pm 50 \text{ mm}$ , medido a partir da entrada do canal auditivo.

---

**Sobre o livro**

*Composto em Times 11/14  
em papel pólen rustic 85 g  
(miolo) e cartão supremo 240g  
(capa) no formato 16x23 cm  
pela Spel Gráfica e Editora*

*Tiragem: 1.000*

*1ª Edição - 2.001*

**Equipe de realização**

*Supervisão Editorial:*

*Elisabeth Rossi*

*Revisão Gramatical:*

*Maria Luiza Xavier de Brito*

*Revisão gráfica:*

*Spel Gráfica e Editora*

*Projeto Gráfico miolo:*

*Silvia Massaro*

*Criação da Capa: Spel*

---

MINISTÉRIO DO TRABALHO



**FUNDACENTRO**

FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO  
DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

Rua Capote Valente, 710

São Paulo - SP

05409-002

tel: 3066-6000