

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**O Ruído no Ambiente de Trabalho: sua influência nos aspectos biopsicossociais do  
trabalhador**

**Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da  
Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia  
de Produção.**

**JOEL MANOEL ALVES FILHO**

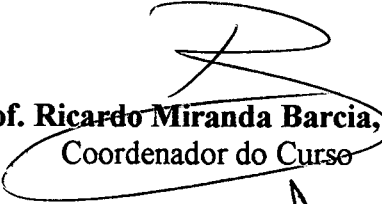
Florianópolis

2002

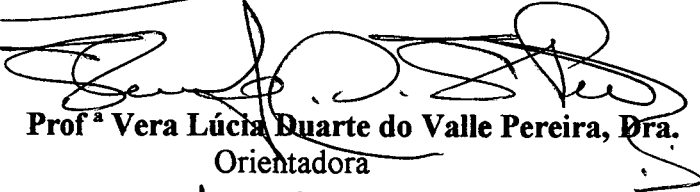
**JOEL MANOEL ALVES FILHO**

**O Ruído no Ambiente de Trabalho: sua influência nos aspectos biopsicossociais do trabalhador**

**Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do Título de Doutor em Engenharia, “Especialidade em Engenharia de Produção” e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.**

  
**Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D**  
Coordenador do Curso

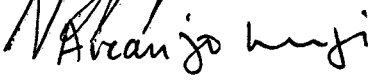
**Banca Examinadora:**

  
**Prof.<sup>a</sup> Vera Lúcia Duarte do Valle Pereira, Dra.**  
Orientadora

  
**Prof. Roberto Moraes Cruz, Dr.**  
Co-Orientador

  
**Jorge Cláudio da Silva Rinto, Ph.D**  
Membro

  
**Prof. Hypólito do Valle Pereira Filho, Ph.D**  
Membro

  
**Prof. Arcanjo Lenzi, Ph.D**  
Membro

  
**Prof.<sup>a</sup> Silvia Modesto Nassar, Dra.**  
Membro

  
**Prof. Wiliam Alves Barbosa, Dr.**  
Membro

**“Assim diz o SENHOR:  
Não se glorie o sábio na sua sabedoria...  
mas, o que se gloriar glorie-se nisto:  
em me conhecer e saber que eu sou o SENHOR...”  
Jeremias 9:23, 24.**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a três mulheres maravilhosas,

a minha esposa

**Maria do Socorro Pereira Vilar Alves**  
pelo incentivo, paciência, dedicação e amor, e

as minhas filhas

**Joelma Alessandra Vilar Alves**

**Rut'Abigaíl Vilar Alves**

pelo carinho e compreensão demonstrados até então.

**A vocês, muito obrigado!**

## AGRADECIMENTOS

A Prof<sup>a</sup> Dra. Vera Lúcia Duarte do Valle Pereira, pela valiosa orientação, e principalmente por ter dado crédito à este trabalho;

Ao Prof. Dr. Roberto Moraes Cruz, pela contribuição dada na co-orientação deste trabalho, principalmente, na análise dos aspectos psicossociais acrescentando valiosas sugestões;

A Prof<sup>a</sup> Dra. Sílvia Modesto Nassar, por ajudar-me a compreender melhor meu próprio trabalho de pesquisa, através da análise estatística dos dados, e pela amizade;

Ao Prof. Arcanjo Lenzi, por me ter introduzido nas vias da pesquisa científica, incentivando-me e dando sugestões valiosas; pela amizade e companheirismo constante;

Ao Prof. Hypólito do Valle Pereira Filho pelo apoio dado na busca de empresas que permitisse efetuar o levantamento dos dados;

Ao Prof. Dr. Marcos Ribeiro Ferreira, que além do fornecimento de artigos, contribuiu nas discussão dos aspectos psicossociais ajudando-me a situá-los convenientemente;

A amiga, atualmente Mestre, Tânia Xavier Scóz, que sempre deu muito apoio à este trabalho;

Ao amigo Valdemar pelo apoio dado nas visitas às empresas;

As empresas W e F que me ofereceram o espaço físico para realização deste estudo, abrindo suas portas sem restrições, através dos seus diretores, os senhores: Afonso e Carlos. Sou grato, também, aos funcionários dos setores administrativos e operacionais que contribuíram com este trabalho de pesquisa respondendo ao questionário, dando, assim, informações importantes;

Ao Carlos e Denise, médicos do Serviço de Segurança e Medicina do Trabalho-SESMT da empresa F e W, respectivamente, que muito colaboraram na fase de coleta dos dados, dedicando competência e o precioso tempo;

A Universidade Estadual do Maranhão-UEMA, por me ter dado o crédito concedendo-me a oportunidade para realização desta pós-graduação;

A Comissão de Bolsas do Programa de Pós-Graduação, através da CAPES que me concedeu verba para chegar até a conclusão deste trabalho.

## GLOSSÁRIO

- Audiograma:** é um gráfico obtido do exame audiométrico mostrando o nível do limiar auditivo em função da frequência;
- Base-line:** é o audiograma obtido de um exame audiométrico realizado no ato da admissão do trabalhador, ou quando este não existir, referir-se-á ao primeiro exame submetido pelo trabalhador. Este audiograma servirá de padrão para o acompanhamento dos limiares auditivos quando comparado aos audiogramas posteriores;
- Ruído Contínuo:** são os níveis de ruído cuja variação com o tempo é mínima;
- Decibel (dB):** é uma unidade adimensional a qual é dez vezes o logaritmo da base dez da razão entre duas medidas;
- Decibel (dB(A)):** é uma unidade que representa o nível sonoro medido na escala de ponderação A, no medidor de nível de ruído;
- Nível Sonoro Contínuo Equivalente (Leq):** é a medida da variação do ruído que é igual a energia de um nível de ruído contínuo para um certo tempo de duração;
- Frequência:** é o número de vezes que uma função ( p. e. um estímulo sonoro) ocorre numa certa unidade de tempo;
- Nível do Limiar Auditivo:** é o volume, em decibéis, pelo qual o limiar de audibilidade para o ouvido difere do limiar auditivo padrão (Base-line);
- Ruído de Impacto:** é um tipo de ruído impulsivo muito reverberante (metal-metal);
- Ruído de Impulso:** é um tipo de ruído impulsivo não reverberante (explosão, tiro);
- Ruído Intermitente:** é um tipo de ruído, cujos níveis são interrompidos pôr intervalos relativamente curtos;
- Ruído:** é qualquer som indesejável;
- Mudança Temporária do Limiar (TTS):** é um aumento do nível do limiar auditivo, após uma exposição sonora, mas de caráter reversível com período de repouso;
- Mudança Permanente do Limiar (PTS):** é um aumento do nível do limiar auditivo de caráter irreversível;
- Intensidade Sonora (I):** é a média no tempo na qual a energia acústica é transmitida através de uma área unitária, na direção de propagação do som;
- Pressão Sonora (P):** é a pressão instantânea total num ponto, na presença de uma onda sonora subtraída da pressão estática naquele mesmo ponto;
- Nível de Pressão Sonora (NPS):** é o nível de pressão acústica medida em decibéis. É dez vezes o logaritmo da base dez, da razão entre o quadrado da pressão sonora medida e o quadrado da pressão sonora de referência (Pref.=0.00002 N/m<sup>2</sup> ou 2.10<sup>-5</sup> N/m<sup>2</sup> ou 2.10<sup>-5</sup> Pa ou 20μPa);
- P.A.I.R.** Perda Auditiva Induzida por Ruído
- Presbiacusia:** perdas auditivas atribuídas ao processo de envelhecimento;
- Disacusia:** perda auditiva induzida pelo ruído, ou perda auditiva neurosensorial ocupacional;

**Socioacusia:** perdas auditivas atribuídas aos ruídos comunitários em geral;

**Síndrome de Adaptação Geral:** conjunto de modificações não específicas que ocorrem no organismo;

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO</b>	<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
	1.1	Apresentação do Problema de Pesquisa.....	1
	1.2	Formulação do Problema de Pesquisa .....	3
	1.3	Justificativa do Estudo.....	4
	1.4	Propósito Principal do Estudo.....	5
	1.4.1	Objetivo Geral.....	5
	1.4.2	Objetivos Específicos .....	5
	1.5	Limitações do Trabalho .....	6
	1.6	Originalidade.....	6
	1.7	Conteúdo dos Capítulos .....	7
<b>CAPÍTULO</b>	<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>9</b>
	2.1	Introdução .....	9
	2.2	Dados Estatísticos sobre a Perda Auditiva.....	12
	2.3	Legislações e Normas Sobre Ruído no Ambiente de Trabalho ....	15
	2.4	A Natureza do Campo Sonoro .....	18
	2.5	Tipos de Campos Sonoros.....	19
	2.5.1	Campo sonoro direto.....	19
	2.5.2	Campo sonoro reverberante .....	20
	2.6	Absorção Sonora e Coeficiente de Absorção.....	23
	2.7	Determinação do Nível de Pressão Sonora.....	24
	2.8	Ruído de Fundo .....	25
	2.9	Espectro de Frequência do Sinal do Ruído .....	25
	2.10	Filtros de Oitava .....	26
	2.11	Uma Descrição Anatômica do Sistema Auditivo Humano.....	27
	2.11.1	Ouvido externo.....	29
	2.11.2	Ouvido médio.....	30
	2.11.3	Ouvido interno.....	31
	2.11.3.1	A cóclea .....	32
	2.11.3.2	O órgão de Corti.....	32
	2.11.3.3	Localização das frequências na cóclea .....	35
	2.12	Mudança Temporária do Limiar Auditivo – TTS .....	38
	2.13	Mudança Permanente do Limiar Auditivo – PTS .....	39



2.14	Características Físicas do Ruído Relacionadas à Perda Auditiva .....	40
2.15	Riscos Associados aos Ruídos de Baixa Frequência .....	41
2.16	Vibração Associada ao Ruído no Ambiente de Trabalho .....	42
2.17	Suscetibilidade e Exposição ao Ruído .....	43
2.18	Perda Auditiva Induzida Pelo Ruído-P.A.I.R. ....	45
2.18.1	Perda Auditiva em Ambientes Ocupacionais Administrativos ( <i>white-collar</i> ) .....	50
2.18.2	Perda Auditiva em Ambientes Ocupacionais Operacionais ( <i>blue-collar</i> ) .....	51
2.19	Prevenção da Perda Auditiva Induzida pelo Ruído .....	52
2.20	Efeitos do Ruído sobre o Homem .....	54
2.20.1	Efeitos Diretos do Ruído .....	56
2.20.1.1	Interferência sobre a Comunicação Falada .....	58
2.20.1.2	Interferência sobre o Desempenho .....	59
2.20.1.3	Interferência sobre a Produtividade .....	64
2.20.1.4	Interferência sobre o Sossego .....	65
2.20.1.5	Interferência sobre Ocorrência de Acidentes .....	68
2.20.1.6	Interferência sobre o Comportamento .....	70
2.20.1.7	Interferência sobre a Idade .....	72
2.20.1.8	Interferência sobre o Sexo .....	75
2.20.1.9	Interferência sobre a Ocorrência de Erros .....	76
2.20.1.10	Interferência sobre o Sono .....	77
2.20.2	Efeitos Indiretos do Ruído .....	78
2.21	Audiometria no Ambiente de Trabalho e Critérios de Avaliação .....	90
2.22	Protetores Auditivos .....	96
<b>CAPÍTULO 3</b>	<b>MÉTODO DE PESQUISA E MATERIAIS .....</b>	<b>100</b>
3.1	Natureza do Estudo .....	100
3.2	Critérios de Escolha do Objeto de Estudo .....	104
3.3	População e Amostra .....	104
3.4	Critério Para Coleta e Análise dos Dados .....	104
3.4.1	Dados Auditivos .....	105
3.4.2	Dados Audiométricos .....	106
3.4.3	Dados Extra-Auditivos .....	106

3.5	Critério de Classificação das Medidas dos Níveis de Ruído .....	107
3.6	Critério de Classificação das Variáveis do Estudo.....	108
3.7	Sobre o Questionário .....	109
3.8	Critério de Classificação das Audiometrias .....	110
3.9	Material Utilizado no Estudo .....	110
3.9.1	Instrumento Utilizado para Medições dos Níveis de Ruído .....	110
3.9.2	Audiômetro .....	111
3.9.3	Equipamento Utilizado para Análise Estatística dos Dados .....	112
<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>ANÁLISE E RESULTADOS .....</b>	<b>113</b>
4.1	Introdução .....	113
4.2	Distribuição da Amostra de Estudo.....	114
4.3	Avaliação da Análise Bivariada dos Sintomas Apresentados de Acordo com as Medidas dos Níveis e Ruído no Ambiente e Postos de Trabalho.....	116
4.3.1	Comparação Entre o Sintoma Tontura (TT) e as Medidas dos Níveis de Ruído Efetuadas no Ambiente e Postos de Trabalho.....	119
4.3.1.1	Comparação entre o sintoma tontura (TT) e a percepção do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA) .....	122
4.3.2	Comparação Entre o Sintoma Dor de Cabeça (DÇ) e as Medidas dos Níveis de Ruído Efetuadas no Ambiente e Postos de Trabalho.....	123
4.3.2.1	Comparação entre o sintoma dor de cabeça (DÇ) e a percepção do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA).....	126
4.3.3	Comparação Entre o Sintoma Dor de Ouvido (DO) e as Medidas dos Níveis de Ruído Efetuadas no Ambiente e Postos de Trabalho.....	127
4.3.3.1	Comparação entre o sintoma dor de ouvido (DO) e a percepção do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA);.....	131
4.3.4	Comparação Entre o Sintoma Dificuldade de Comunicação (DC) e as Medidas dos Níveis de Ruído Efetuadas no Ambiente e Postos de Trabalho .....	131
4.3.4.1	Comparação entre o sintoma dificuldade de comunicação (DC)e a percepção do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA) .....	135

4.3.5	Comparação Entre o Sintoma Incômodo por Ruído (IPR) e as Medidas dos Níveis de Ruído Efetuadas no Ambiente e Postos de Trabalho.....	136
4.3.5.1	Comparação entre o sintoma incômodo por ruído (IPR) e a percepção do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA).....	139
4.3.6	Comparação Entre o Sintoma Fadiga Mental (FM) e as Medidas dos Níveis de Ruído Efetuadas no Ambiente e Postos de Trabalho.....	140
4.3.6.1	Comparação entre o sintoma fadiga mental (FM) e a percepção do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA).....	144
4.3.7	Comparação Entre o Sintoma Fadiga Física (FF) e as Medidas dos Níveis de Ruído Efetuadas no Ambiente e Postos de Trabalho.....	145
4.3.7.1	Comparação entre o sintoma fadiga física (FF) e a percepção do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA).....	148
4.3.8	Comparação Entre o Sintoma Ansiedade (AS) e as Medidas dos Níveis de Ruído Efetuadas no Ambiente e Postos de Trabalho.....	149
4.3.8.1	Comparação entre o sintoma ansiedade (AS) e a percepção do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA).....	153
4.3.9	Comparação Entre o Sintoma Irritação (IR) e as Medidas dos Níveis de Ruído Efetuadas no Ambiente e Postos de Trabalho.....	153
4.3.9.1	Comparação entre o sintoma irritação (IR) e a percepção do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA).....	157
4.3.10	Comparação Entre o Sintoma Insônia (IS) e as Medidas dos Níveis de Ruído Efetuadas no Ambiente e Postos de Trabalho.....	157
4.3.10.1	Comparação entre o sintoma insônia (IS) e a percepção do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA).....	161
4.4	Graus de Perda dos Limiares Auditivos Encontrados na Pesquisa.....	163
4.4.1	Comparação Entre o Grau de Perda Auditiva em Relação a Idade.....	164
4.4.1.1	Comparação entre o grau de perda auditiva no ouvido direito (OD1) em relação à idade (ID).....	164
4.4.1.2	Comparação entre o grau de perda auditiva no ouvido esquerdo (OE1) em relação à idade (ID).....	166

4.4.2	Comparação Entre o Grau de Perda Auditiva em Relação ao Tempo de Serviço (TS).....	167
4.4.2.1	Comparação entre o grau de perda auditiva no ouvido direito (OD1) em relação ao tempo de serviço (TS).....	168
4.4.2.2	Comparação entre o grau de perda auditiva no ouvido esquerdo (OE1) em relação ao tempo de serviço (TS).....	169
4.4.3	Comparação Entre o Grau de Perda Auditiva em Relação ao Setor de Trabalho (ST).....	170
4.4.3.1	Comparação entre o grau de perda auditiva no ouvido direito (OD1) em relação ao setor de trabalho (ST).....	170
4.4.3.2	Comparação entre o grau de perda auditiva no ouvido esquerdo (OE1) em relação ao setor de trabalho (ST).....	171
4.4.4	Comparação Entre o Grau de Perda Auditiva em Relação ao Turno de Trabalho (TN).....	171
4.5	Avaliação da Análise de Correspondência Múltipla dos Sintomas Apresentados de Acordo com as Medidas dos Níveis de Ruído Efetuadas no Ambiente, nos Postos de Trabalho e segundo a Percepção do Trabalhador .....	176
4.5.1	Resultado da Análise de Correspondência Múltipla Realizada Para os Sintomas Biológicos.....	176
4.5.1.1	Resultados da análise de correspondência múltipla realizada entre os sintomas biológicos e as medidas dos níveis de ruído efetuadas nas proximidades do ouvido direito do trabalhador, no posto de trabalho.....	176
4.5.1.2	Resultados da análise de correspondência múltipla realizada entre os sintomas biológicos e as medidas dos níveis de ruído efetuadas nas proximidades do ouvido esquerdo do trabalhador, no posto de trabalho.....	179
4.5.1.3	Resultado da análise de correspondência múltipla realizada entre os sintomas biológicos e as medidas dos níveis de ruído efetuadas no ambiente de trabalho .....	182
4.5.1.4	Resultados da análise de correspondência múltipla realizada entre os sintomas biológicos e a percepção do trabalhador quanto ao ruído existente no ambiente de trabalho.....	185
4.5.2	Resultado da Análise de Correspondência Múltipla Realizada Para os Sintomas Psicossociais .....	188
4.5.2.1	Resultados da análise de correspondência múltipla realizada entre os sintomas psicossociais e as medidas dos níveis de ruído efetuadas nas proximidades do ouvido direito do trabalhador, no posto de trabalho.....	188
4.5.2.2	Resultados da análise de correspondência múltipla realizada entre os sintomas psicossociais e as medidas	

	dos níveis de ruído efetuadas nas proximidades do ouvido esquerdo do trabalhador, no posto de trabalho .....	191
4.5.2.3	Resultado da análise de correspondência múltipla realizada entre os sintomas psicossociais e as medidas dos níveis de ruído efetuadas no ambiente de trabalho .....	194
4.5.2.4	Resultados da análise de correspondência múltipla realizada entre os sintomas psicossociais e a percepção do trabalhador quanto ao ruído existente no ambiente de trabalho.....	197
4.6	Resultados da Análise Espectral das Medidas dos Níveis de Ruído Efetuadas nos Postos de Trabalho .....	200
<b>CAPÍTULO 5</b>	<b>DISCUSSÕES .....</b>	<b>208</b>
5.1	Discussão dos Resultados Quanto aos Sintomas Biológicos .....	211
5.1.1	Com relação às medidas do nível de ruído ambiental (fundo) .....	211
5.1.2	Com relação às medidas dos níveis de ruído nas proximidades dos ouvidos do trabalhador, no posto de trabalho.....	211
5.2	Discussão dos Resultados Quanto aos Sintomas Psicossociais .....	212
5.2.1	Com relação às medidas dos níveis de ruído ambiental (fundo) .....	212
5.2.2	Com relação às medidas dos níveis de ruído nas proximidades dos ouvidos do trabalhador, no posto de trabalho.....	211
5.2.3	Com relação a percepção subjetiva do trabalhador ao ruído ambiental .....	212
5.3	Discussão dos Resultados Quanto as Perdas dos Limiares Auditivos Provocados Pelo Ruído.....	214
5.3.1	Em Relação à Idade .....	214
5.3.2	Em Relação ao Tempo de Serviço.....	214
5.3.3	Em Relação ao Setor de Trabalho .....	215
5.4	Discussão da Influência do Ruído Sobre os Aspectos Biológicos e Psicossociais .....	216
5.5	Distribuição da Amostra nos Grupos de Trabalho .....	217
5.6	Discussão Quanto aos Limiares Auditivos em Relação aos Resultados Audiométricos.....	218
5.7	Discussão Quanto aos Graus de Perda Auditiva por Tempo de Serviço em Relação aos Resultados Audiométricos .....	218

5.8	Discussão Quanto ao Grau de Perda Auditiva por Setor de Trabalho em Relação aos Resultados Audiométricos .....	219
5.9	Discussão Quanto aos Graus de Perda Auditiva Resultantes dos Exames Audiométricos, por Empresa.....	220
5.9.1	Para o Ouvido Direito .....	220
5.9.2	Para o Ouvido Esquerdo .....	220
5.10	Discussão Quanto aos Níveis de Ruído nos Postos de Trabalho Medidos nas Proximidades dos Ouvidos Direito e Esquerdo do Trabalhador, por Empresa .....	221
<b>CAPÍTULO 6</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>222</b>
6.1	Conclusões .....	222
6.2	Relevância e Contribuições.....	224
6.3	Sugestões Para Futuros Trabalhos.....	225
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>228</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>246</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>	<b>Página</b>
Tabela 2.1	Limites de níveis de tolerância ao ruído ocupacional, segundo norma de vários países..... 16
Tabela 2.2	Limites de tolerância ao ruído ocupacional, segundo norma nacional NR-15 ..... 17
Tabela 4.1	Distribuição dos trabalhadores por sexo..... 114
Tabela 4.2	Frequências de distribuição por idade e tempo de serviço ..... 115
Tabela 4.3	Distribuição dos trabalhadores por idade ..... 115
Tabela 4.4	Distribuição dos trabalhadores por tempo de serviço ..... 116
Tabela 4.5	Distribuição estatística dos níveis de ruído de fundo medidos na planta industrial e níveis de ruído medidos a altura dos ouvidos direito e esquerdo do trabalhador no posto de trabalho ..... 117
Tabela 4.6	Distribuição dos níveis de ruído de fundo (DB0) em dB(A), medidos na planta industrial ..... 118
Tabela 4.7	Distribuição dos níveis de ruído medidos a altura do ouvido direito (MD1) e esquerdo (ME1) do trabalhador no posto de trabalho ..... 118
Tabela 4.8	Frequências observadas entre o sintoma tontura (TT) e nível de ruído de fundo (DB0) medido no ambiente de trabalho com faixas de ruído em dB(A)..... 119
Tabela 4.9	Frequências observadas entre o sintoma tontura e nível de ruído de fundo do ambiente considerando as faixas de ruído $\leq 85$ e $> 85$ dB(A)..... 120
Tabela 4.10	Frequências observadas entre o sintoma tontura (TT) e níveis de pressão sonora medidos em dAB(A) a altura do ouvido direito (MD1) do trabalhador no posto de trabalho ..... 120
Tabela 4.11	Frequências observadas entre o sintoma tontura (TT) e as medidas dos níveis de ruído medidos a altura do ouvido esquerdo (ME1) do trabalhador no posto de trabalho ..... 121
Tabela 4.12	Frequências observadas entre o sintoma tontura (TT) e os níveis de ruído medidos a altura do ouvido direito MD12) e esquerdo (ME12) do trabalhador no posto de trabalho, com níveis $\leq 85$ dB(A) e $> 85$ dB(A) ..... 122
Tabela 4.13	Frequências observadas entre o sintoma tontura (TT) e a percepção do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA) existente no ambiente de trabalho ..... 123

Tabela	4.14	Frequências observadas entre o sintoma dor de cabeça (DÇ) e as medidas dos níveis de ruído de fundo (DB0) existente na planta industrial.....	123
Tabela	4.15	Frequências observadas entre o sintoma dor de cabeça (DÇ) e os níveis de ruído de fundo (DB1) medidos em dB(A) existentes na planta industrial .....	124
Tabela	4.16	Frequências observadas entre o sintoma dor de cabeça (DÇ) e as medidas dos níveis de ruído medidos em dB(A) a altura do ouvido direito (MD1) do trabalhador no posto de trabalho .....	125
Tabela	4.17	Frequências observadas entre o sintoma dor de cabeça (DÇ) e as medidas dos níveis de ruído medidos em dB(A) a altura do ouvido esquerdo (ME1) do trabalhador no posto de trabalho .....	125
Tabela	4.18	Frequências observadas entre o sintoma dor de cabeça (DÇ) e as medidas dos níveis de ruído em db(a) realizadas no ouvido direito (MD12) e esquerdo (ME12) no posto de trabalho .....	126
Tabela	4.19	Frequências observadas entre o sintoma dor de cabeça (DÇ) e a percepção do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA) existente no ambiente de trabalho.....	127
Tabela	4.20	Frequências observadas entre o sintoma dor de ouvido (DO) e o nível de ruído de fundo (DB0) medidos em dB(A) no ambiente de trabalho.....	127
Tabela	4.21	Frequências observadas entre o sintoma dor de ouvido (DO) e as medidas dos níveis de ruído de fundo (DB1) medidos em dB(A) no ambiente de trabalho .....	128
Tabela	4.22	Frequências observadas entre o sintoma dor de ouvido (DO) e as medidas de ruído em dB(A) realizadas a altura do ouvido direito (MD1) do trabalhador no posto de trabalho .....	129
Tabela	4.23	Frequências observadas entre o sintoma dor de ouvido (DO) e as medidas de ruído em dB(A) realizadas a altura do ouvido esquerdo (ME1) do trabalhador no posto de trabalho .....	129
Tabela	4.24	Frequências observadas entre o sintoma dor de ouvido (DO) e as medidas de nível de ruído em dB(A) efetuadas a altura dos ouvidos direito (MD12) e esquerdo (ME12) do trabalhador no posto de trabalho .....	130
Tabela	4.25	Frequências observadas entre o sintoma dor de ouvido (DO) e o ruído ambiental (RA) percebido pelo trabalhador no ambiente de trabalho .....	131
Tabela	4.26	Frequências observadas entre o sintoma dificuldade de comunicação (DC) e os níveis de ruído de fundo (DB0) do ambiente de trabalho medidos em dB(A).....	132



Tabela	4.27	Frequências observadas entre o sintoma dificuldade de comunicação (DC) e as medidas dos níveis de ruído de fundo (DB1) no ambiente de trabalho.....	132
Tabela	4.28	Frequências observadas entre o sintoma dificuldade de comunicação (DC) as medidas dos níveis de ruído em dB(A) efetuadas no ouvido direito (MD1) do trabalhador no posto de trabalho .....	133
Tabela	4.29	Frequências observadas entre o sintoma dificuldade de comunicação (DC ) e as medidas do nível de ruído em dB(A) no ouvido esquerdo (ME1) do trabalhador no posto de trabalho .....	134
Tabela	4.30	Frequências observadas entre o sintoma dificuldade de comunicação (DC) e as medidas dos níveis de ruído em dB(A) efetuadas nos ouvidos direito (MD12) e esquerdo (ME12) do trabalhador no posto de trabalho .....	135
Tabela	4.31	Frequências observadas entre o sintoma dificuldade comunicação (DC) e a percepção subjetiva do trabalhador em relação ao ruído ambiental (RA) .....	135
Tabela	4.32	Frequências observadas entre a variável incômodo por ruído (IPR) e os níveis de ruído de fundo (DB0) existente no ambiente de trabalho medidos em dB(A) .....	136
Tabela	4.33	Frequências observadas entre incômodo por ruído (IPR) e o nível de ruído de fundo (DB1) medido em dB(A) no ambiente de trabalho .....	137
Tabela	4.34	Frequências observadas entre incômodo por ruído (IPR) manifestado pelo trabalhador e as medidas dos níveis de ruído em dB(A) medidos próximos ao ouvido direito (MD1) do trabalhador no posto de trabalho .....	138
Tabela	4.35	Frequências observadas entre o incômodo por ruído (IPR) manifestado pelo trabalhador e as medidas dos níveis de ruído em dB(A) medidos próximos ao ouvido esquerdo (ME1) do trabalhador no posto de trabalho.....	138
Tabela	4.36	Frequências observadas entre o incômodo por ruído (IPR) manifestado pelo trabalhador em relação as medidas dos níveis de ruído em dB(A) efetuadas próximo aos ouvidos direito (MD12) e esquerdo (ME12) no posto de trabalho .....	139
Tabela	4.37	Frequências observadas entre o sintoma incômodo por ruído (IPR) e a percepção do trabalhador com respeito ao ruído no ambiente de trabalho (RA).....	140
Tabela	4.38	Frequências observadas entre o sintoma fadiga mental (FM) e o nível de ruído de fundo (DB0) medidos em dB(A) nos setores da planta industrial.....	141
Tabela	4.39	Frequências observadas entre o sintoma fadiga mental (FM) e os níveis de ruído de fundo (DB1) em dB(A) existentes no ambiente de trabalho.....	142

Tabela	4.40	Frequências observadas entre fadiga mental (FM) e as medidas dos níveis de ruído em dB(A) efetuadas a altura do ouvido direito (MD1) do trabalhador no posto de trabalho .....	142
Tabela	4.41	Frequências observadas entre o sintoma fadiga mental (FM) e as medidas dos níveis de ruído em dB(A) medidas a altura do ouvido esquerdo (ME1) do trabalhador no posto de trabalho .....	143
Tabela	4.42	Frequências observadas entre o sintoma fadiga mental (FM) e as medidas de níveis de ruído medidos em dB(A) a altura dos ouvidos direito (MD12) e esquerdo (ME12) do trabalhador no posto de trabalho .....	144
Tabela	4.43	Frequências observadas entre o sintoma fadiga mental (FM) e a percepção subjetiva do trabalhador quanto ao ruído existente no ambiente de trabalho .....	145
Tabela	4.44	Frequências observadas entre o sintoma fadiga física (FF) e o ruído de fundo (DB0) medido em dB(A) existentes no ambiente de trabalho .....	145
Tabela	4.45	Frequências observadas entre o sintoma fadiga física (FF) e o nível de ruído de fundo (DB1) medido em dB(A) no ambiente de trabalho .....	146
Tabela	4.46	Frequências observadas entre o sintoma fadiga física (FF) e as medidas dos níveis de ruído em dB(A) efetuadas no ouvido direito (MD1) do trabalhador no posto de trabalho .....	146
Tabela	4.47	Frequências observadas entre o sintoma fadiga física (FF) e as medidas dos níveis de ruído em dB(A) efetuadas no ouvido esquerdo (ME1) do trabalhador no posto de trabalho .....	147
Tabela	4.48	Frequências observadas entre o sintoma fadiga física (FF) e as medidas dos níveis de ruído em dB(A) efetuadas a altura dos ouvidos direito (MD12) e esquerdo (ME12) do trabalhador no posto de trabalho .....	148
Tabela	4.49	Frequências observadas entre o sintoma fadiga física (FF) e a percepção subjetiva do trabalhador do ruído (RA) existente ao ambiente de trabalho .....	149
Tabela	4.50	Frequências observadas entre o sintoma ansiedade (AS) manifestada pelo trabalhador e o ruído de fundo (DB0) em dB(A) existente no ambiente de trabalho .....	149
Tabela	4.51	Frequências observadas entre o sintoma ansiedade (AS) e o ruído de fundo (DB1) medido em dB(A) existente no ambiente de trabalho .....	150
Tabela	4.52	Frequências observadas entre o sintoma ansiedade (AS) e as medidas em dB(A) efetuadas a altura do ouvido direito (MD1) do trabalhador no posto de trabalho .....	151
Tabela	4.53	Frequências observadas entre o sintoma ansiedade (AS) e as medidas em dB(A) efetuadas a altura do ouvido esquerdo (ME1) do trabalhador no posto de trabalho .....	151

Tabela	4.54	Freqüências observadas entre o sintoma ansiedade (AS) e as medidas dos níveis de ruído em dB(A) efetuadas a altura dos ouvidos direito (MD12) e esquerdo (ME12) do trabalhador no posto de trabalho .....	152
Tabela	4.55	Freqüências observadas entre o sintoma ansiedade (AS) e a percepção subjetiva do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA) existente no ambiente de trabalho .....	153
Tabela	4.56	Freqüências observadas entre o sintoma irritação (IR) e o ruído de fundo (DB0) medido em dB(A) existente no ambiente de trabalho.....	154
Tabela	4.57	Freqüências observadas entre o sintoma irritação (IR) e o ruído de fundo (DB1) medido em dB(A) existente na planta industrial .....	154
Tabela	4.58	Freqüências observadas entre o sintoma irritação (IR) e as medidas em dB(A) efetuadas a altura do ouvido direito (MD1) do trabalhador no posto de trabalho .....	155
Tabela	4.59	Freqüências observadas entre o sintoma irritação (IR) e as medidas em dB(A) efetuadas a altura do ouvido esquerdo (ME1) do trabalhador no posto de trabalho .....	155
Tabela	4.60	Freqüências observadas entre o sintoma irritação (IR) e as medidas dos níveis de ruído efetuadas a altura dos ouvidos direito (MD12) e esquerdo (ME12) do trabalhador no posto de trabalho .....	156
Tabela	4.61	Freqüências observadas entre o sintoma irritação (IR) e a percepção subjetiva do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA) existente no ambiente de trabalho .....	157
Tabela	4.62	Freqüências observadas entre o sintoma insônia (IS) e o ruído de fundo (DB0) medido em dB(A) existente no ambiente de trabalho .....	158
Tabela	4.63	Freqüências observadas entre o sintoma irritação (IR) e o ruído de fundo (DB1) medido em dB(A) existente no ambiente de trabalho.....	159
Tabela	4.64	Freqüências observadas entre o sintoma insônia (IS) e as medidas dos níveis de ruído em dB(A) efetuadas a altura do ouvido direito (MD1) do trabalhador no posto de trabalho .....	159
Tabela	4.65	Freqüências observadas entre o sintoma insônia (IS) e as medidas dos níveis de ruído em dB(A) efetuadas a altura do ouvido esquerdo (ME1) do trabalhador no posto de trabalho .....	160
Tabela	4.66	Freqüências observadas entre o sintoma insônia (IS) e as medidas dos níveis de ruído em dB(A) efetuadas a altura dos ouvidos direito (MD12) e esquerdo (ME12) do trabalhador no posto de trabalho .....	160

Tabela	4.67	Frequências observadas entre o sintoma insônia (IS) e a percepção subjetiva do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA) existente no ambiente de trabalho.....	161
Tabela	4.68	Resumo dos resultados dos testes estatísticos aplicados para o cruzamento das variáveis biológicas e psicossociais.....	162
Tabela	4.69	Descrição dos resultados das comparações entre cada sintoma com as medidas dos níveis de ruído de fundo e as médias das medidas efetuadas nos ouvidos direito e esquerdo do trabalhador e a percepção do ruído ambiental.....	163
Tabela	4.70	Resultados das audiometrias realizadas e classificadas segundo critério de avaliação proposto por Merluzzi (1979) em relação a idade (ID).....	164
Tabela	4.71	Frequências observadas entre a comparação da perda do limiar auditivo no ouvido direito (OD1) do trabalhador em relação a idade (ID), segundo critério de avaliação proposto por Merluzzi (1979).....	165
Tabela	4.72	Frequências observadas entre a comparação da perda do limiar auditivo no ouvido esquerdo (OE1) do trabalhador em relação a idade (ID), segundo critério de avaliação proposto por Merluzzi (1979).....	166
Tabela	4.73	Resultados das audiometrias realizadas e classificadas segundo critério de avaliação proposto por Merluzzi (1979) em relação ao tempo de serviço (TS).....	167
Tabela	4.74	Frequências observadas entre a comparação da perda do limiar auditivo no ouvido direito (OD1) do trabalhador em relação ao tempo de serviço (TS), segundo critério de avaliação proposto por Merluzzi (1979).....	168
Tabela	4.75	Frequências observadas entre a comparação da perda do limiar auditivo no ouvido esquerdo (OE1) do trabalhador em relação ao tempo de serviço (TS), segundo critério de avaliação proposto por Merluzzi (1979).....	169
Tabela	4.76	Frequências observadas entre a comparação da perda do limiar auditivo no ouvido direito (OD1) do trabalhador em relação ao setor (ST), segundo critério de avaliação proposto por Merluzzi (1979).....	170
Tabela	4.77	Frequências observadas entre a comparação da perda do limiar auditivo no ouvido esquerdo (OE1) do trabalhador em relação ao setor (ST), segundo critério de avaliação proposto por Merluzzi (1979).....	171
Tabela	4.78	Frequências observadas entre a comparação da perda do limiar auditivo no ouvido direito (OD1) do trabalhador em relação ao turno (TN), segundo critério de avaliação proposto por Merluzzi (1979).....	172
Tabela	4.79	Frequências observadas entre a comparação da perda do limiar auditivo no ouvido esquerdo (OE1) do trabalhador	

		em relação ao turno (TN), segundo critério de avaliação proposto por Merluzzi (1979).....	172
Tabela	4.80	Graus de perdas de limiares auditivos encontrados para o ouvido direito (OD).....	173
Tabela	4.81	Graus de perdas de limiares auditivos encontrados para o ouvido esquerdo (OE).....	173
Tabela	4.82	Distribuição dos trabalhadores por setor de trabalho.....	173
Tabela	4.83	Distribuição dos trabalhadores por turno (TN) de trabalho.....	174
Tabela	4.84	Distribuição das medidas de níveis de ruído em dB(A) efetuadas no ouvido direito (MD1) no posto de trabalho por empresa.....	174
Tabela	4.85	Distribuição das medidas de níveis de ruído dB(A) efetuadas no ouvido esquerdo (ME1) no posto de trabalho por empresa.....	174
Tabela	4.86	Distribuição dos graus de perda do limiar auditivo observado no ouvido direito (OD1) por empresa.....	175
Tabela	4.87	Distribuição dos graus de perda do limiar auditivo observado no ouvido esquerdo (OE1) por empresa.....	175
Tabela	4.88	Distribuição dos sintomas apresentados por empresa.....	175
Tabela	4.89	Autovalores do espaço fatorial segundo a Análise de Correspondência Múltipla dos sintomas e níveis de ruído medidos nas proximidades do ouvido direito do trabalhador no posto de trabalho.....	177
Tabela	4.90	Coordenadas dos sintomas e níveis de ruído no espaço fatorial medidos no ouvido direito, segundo a Análise de Correspondência Múltipla.....	179
Tabela	4.91	Autovalores do espaço fatorial segundo a Análise de Correspondência Múltipla dos sintomas e níveis de ruído medidos nas proximidades do ouvido esquerdo do trabalhador no posto de trabalho.....	180
Tabela	4.92	Coordenadas dos sintomas e níveis de ruído no espaço fatorial segundo a Análise de Correspondência Múltipla.....	181
Tabela	4.93	Autovalores do espaço fatorial segundo a Análise de Correspondência Múltipla dos sintomas e níveis de ruído medidos nas proximidades do ouvido esquerdo do trabalhador no posto de trabalho.....	183
Tabela	4.94	Coordenadas dos sintomas e níveis de ruído no espaço fatorial segundo a Análise de Correspondência Múltipla.....	185
Tabela	4.95	Autovalores do espaço fatorial segundo a Análise de Correspondência Múltipla dos sintomas e percepção subjetiva do trabalhador ao ruído ambiental.....	185
Tabela	4.96	Coordenadas dos sintomas e níveis de ruído no espaço fatorial segundo a Análise de Correspondência Múltipla.....	187

Tabela	4.97	Autovalores do espaço fatorial segundo a Análise de Correspondência Múltipla dos sintomas e níveis de ruído medidos nas proximidades do ouvido direito do trabalhador no posto de trabalho .....	188
Tabela	4.98	Coordenadas dos sintomas e níveis de ruído no espaço fatorial segundo a Análise de Correspondência Múltipla.....	191
Tabela	4.99	Autovalores do espaço fatorial segundo a Análise de Correspondência Múltipla dos sintomas e níveis de ruído medidos nas proximidades do ouvido esquerdo do trabalhador no posto de trabalho .....	192
Tabela	4.100	Coordenadas dos sintomas e níveis de ruído no espaço fatorial segundo a Análise de Correspondência Múltipla.....	193
Tabela	4.101	Autovalores do espaço fatorial segundo a Análise de Correspondência Múltipla dos sintomas e níveis de ruído medidos no ambiente de trabalho.....	194
Tabela	4.102	Coordenadas dos sintomas e nível de ruído no espaço fatorial segundo Análise de Correspondência Múltipla .....	196
Tabela	4.103	Autovalores do espaço fatorial segundo a Análise de Correspondência Múltipla dos sintomas e percepção subjetiva do trabalhador ao ruído ambiental.....	197
Tabela	4.104	Coordenadas dos sintomas e nível de ruído no espaço fatorial segundo Análise de Correspondência Múltipla .....	199

## LISTA DE FIGURAS

Figura	2.1	Valores correspondentes de níveis de pressão sonora e exemplos de ocorrências práticas.....	28
Figura	2.2	Representação dos ouvidos externo, médio e interno .....	29
Figura	2.3	Representação do órgão de Corte.....	34
Figura	2.4	Ondas de propagação ao longo da fibra basilar .....	35
Figura	2.5	Efeitos das ondas sonoras sobre as estruturas da cóclea .....	36
Figura	2.6	Desempenho da membrana basilar para diferentes frequências dos estímulos sonoros.....	37
Figura	2.7	Curva de igual sensação de percepção do som e do mínimo campo audível para tons puros.....	37
Figura	2.8	Evolução da alteração do limiar auditivo com o tempo de exposição.....	47
Figura	2.9	Distribuição percentual de trabalhadores que reclamam do ruído no ambiente.....	51
Figura	2.10	Curvas mostrando o efeito da idade para homens (a) e mulheres (b) expostos a níveis ocupacionais de 83dB(A) e 98dB(A) para 20, 30, 40 e 50 anos.....	74
Figura	2.11	Perda auditiva em puro tom após exposição a tiros, durante constantes disparos, mostrando alto comprometimento no OD e OE .....	92
Figura	2.12	Perda auditiva total no OE após sucessivas práticas de esportes a tiro.....	92
Figura	2.13	Perda auditiva em tom puro após exposição a tiros constantes, mostrando perda total do OD e residual auditivo no OE.....	93
Figura	3.1	Proposta de modelo de pesquisa para o estudo do impactos do ruído sobre o indivíduo no ambiente de trabalho.....	102
Figura	4.1	Espaço fatorial dos sintomas biológicos em relação aos níveis de ruído próximos ao ouvido direito no posto de trabalho (dim. 1 e 2).....	177
Figura	4.2	Espaço fatorial dos sintomas biológicos em relação aos níveis de ruído próximos ao ouvido direito no posto de trabalho (dim. 1 e 3).....	178
Figura	4.3	Espaço fatorial tridimensional dos sintomas biológicos em relação aos níveis de ruído próximos ao ouvido direito, no posto de trabalho .....	178
Figura	4.4	Espaço fatorial dos sintomas biológicos em relação aos níveis de ruído próximos ao ouvido esquerdo (dim 1 e 2) .....	180
Figura	4.5	Espaço fatorial dos sintomas biológicos em relação aos níveis de ruído próximos ao ouvido esquerdo (dim 1e 3).....	180

Figura	4.6	Espaço fatorial tridimensional dos sintomas biológicos em relação aos níveis de ruído próximos ao ouvido esquerdo .....	182
Figura	4.7	Espaço fatorial dos sintomas biológicos em relação aos níveis de ruído medidos no ambiente ocupacional (dim 1 e 2) .....	183
Figura	4.8	Espaço fatorial dos sintomas biológicos em relação aos níveis de ruído medidos no ambiente ocupacional (dim 1 e 3) .....	184
Figura	4.9	Espaço fatorial tridimensional dos sintomas biológicos em relação aos níveis de ruído medidos no ambiente ocupacional .....	184
Figura	4.10	Espaço fatorial dos sintomas biológicos em relação a percepção subjetiva do trabalhador no ambiente ocupacional (dim 1 e 2) .....	186
Figura	4.11	Espaço fatorial dos sintomas biológicos em relação a percepção subjetiva do trabalhador no ambiente ocupacional (dim 1 e 3) .....	186
Figura	4.12	Espaço fatorial tridimensional dos sintomas biológicos em relação a percepção subjetiva do trabalhador no ambiente ocupacional .....	187
Figura	4.13	Espaço fatorial bidimensional dos sintomas psicossociais em relação aos níveis de ruído próximos ao ouvido direito de trabalhador, no posto de trabalho (dim 1 e 2) .....	189
Figura	4.14	Espaço fatorial bidimensional dos sintomas psicossociais em relação aos níveis de ruído próximos ao ouvido direito de trabalhador, no posto de trabalho (dim 1 e 3) .....	189
Figura	4.15	Espaço fatorial bidimensional dos sintomas psicossociais em relação aos níveis de ruído próximos ao ouvido direito de trabalhador no posto de trabalho (dim 2 e 3) .....	190
Figura	4.16	Espaço fatorial tridimensional dos sintomas psicossociais em relação aos níveis de ruído próximos ao ouvido direito de trabalhador, no posto de trabalho .....	190
Figura	4.17	Espaço fatorial bidimensional dos sintomas psicossociais em relação aos níveis de ruído próximo ao ouvido esquerdo de trabalhador, no posto de trabalho (dim 1 e 2) .....	192
Figura	4.18	Espaço fatorial bidimensional dos sintomas psicossociais em relação aos níveis de ruído próximos ao ouvido esquerdo de trabalhador, no posto de trabalho (dim 1 e 3) .....	192
Figura	4.19	Espaço fatorial tridimensional dos sintomas psicossociais em relação aos níveis de ruído próximo ao ouvido direito de trabalhador, no posto de trabalho .....	193
Figura	4.20	Espaço fatorial bidimensional dos sintomas psicossociais em relação aos níveis de ruído medidos no ambiente de trabalho (dim 1 e 2) .....	195
Figura	4.21	Espaço fatorial bidimensional dos sintomas psicossociais em relação aos níveis de ruído medidos no ambiente de trabalho (dim 1 e 3) .....	195



Figura	4.22	Espaço fatorial tridimensional dos sintomas psicossociais em relação aos níveis de ruído medidos no ambiente de trabalho.....	196
Figura	4.23	Espaço fatorial bidimensional dos sintomas psicossociais em relação a percepção subjetiva do trabalhador (dim 1 e 2).....	198
Figura	4.24	Espaço fatorial bidimensional dos sintomas psicossociais em relação a percepção subjetiva do trabalhador (dim 1 e 3).....	198
Figura	4.25	Espaço fatorial tridimensional dos sintomas psicossociais em relação a percepção subjetiva do trabalhador.....	199
Figura	4.26	Espectros de frequências para níveis de ruído medidos a altura dos ouvidos direito (OD) e esquerdo (OE) no posto de trabalho de uma Seccionadora.....	201
Figura	4.27	Espectros de frequências para níveis de ruído medidos a altura dos ouvidos direito (OD) e esquerdo (OE) no posto de trabalho na Montagem de Caixotes.....	201
Figura	4.28	Espectros de frequências para níveis de ruído medidos a altura dos ouvidos direito (OD) e esquerdo (OE) no posto de trabalho na Perfiladeira.....	202
Figura	4.29	Espectros de frequências para níveis de ruído medidos a altura dos ouvidos direito (OD) e esquerdo (OE) no posto de trabalho da Coladeira ABS.....	202
Figura	4.30	Espectros de frequências para níveis de ruído medidos a altura dos ouvidos direito (OD) e esquerdo (OE) no posto de trabalho da Prensa sem enclausuramento.....	203
Figura	4.31	Espectros de frequências para níveis de ruído medidos a altura dos ouvidos direito (OD) e esquerdo (OE) no posto de trabalho da Prensa com enclausuramento.....	203
Figura	4.32	Espectros de frequências para níveis de ruído medidos a altura dos ouvidos direito (OD) e esquerdo (OE) no posto de trabalho da Serra Circular.....	205
Figura	4.33	Espectros de frequências para níveis de ruído medidos a altura dos ouvidos direito (OD) e esquerdo (OE) no posto de trabalho da Prensa Hidráulica.....	205
Figura	4.34	Espectros de frequências para níveis de ruído medidos a altura dos ouvidos direito (OD) e esquerdo (OE) no posto de trabalho na Ranhuradeira.....	206

**LISTA DE QUADROS**

Quadro	6.1	Demonstrativo de cada objetivo proposto com os resultados finais da investigação.....	224
--------	-----	---------------------------------------------------------------------------------------	-----

## RESUMO

Este trabalho trata de uma investigação de corte transversal conduzida num grupo de 188 trabalhadores de duas indústrias nos ramos de metalmecânica e movelaria, avaliar a influência dos ruído sobre os aspectos biológicos e psicossociais do trabalhador. Os dados foram coletados utilizando-se um medidor de nível de pressão sonora, cujas medidas foram efetuadas nas proximidades dos ouvidos direito e esquerdo do trabalhador, nos postos de trabalho, um questionário, testes audiométricos e fichas médicas. O nível de ruído mais elevado foi observado no setor de prensas, com média de 107dB. Os testes audiométricos medidos em 4000Hz revelaram apenas 7,4% de prevalência de P.A.I.R. entre o grupo de trabalhadores. As intervenções preventivas eram constantes com todos os trabalhadores dos setores operacionais, usando o protetor auricular, de maneira que os riscos de P.A.I.R. eram mínimos. A associação entre o ruído e os aspectos biológicos e psicossociais foram verificados utilizando-se a estatística de teste Qui-Quadrado ( $\chi^2$ ) e reforçado pela Análise de Correspondência Múltipla. Os resultados evidenciaram que 70% dos sintomas mostraram associações estatisticamente significantes em relação aos níveis de ruído e à percepção do trabalhador. As melhores associações, no entanto, aconteceram para os sintomas dor de cabeça, fadiga física, ansiedade e irritação, entre os aspectos biológicos e psicossociais, respectivamente.

**Palavras Chave:** Ruído; Perda Auditiva; Incômodo; Alterações Biológicas e Psicossociais.

## ABSTRACT

This work deals with an assessment of the biological and psychosocial effects of noise on a group of 188 workers of two industries. The factories where data were collected are classified as mechanical and furniture. Sound pressure levels were measured close to the workers ears at their work positions by means of a sound level meter. Audiometria tests and history medical information were analysed and correlated to sound levels results. Workers were also asked to fill in a questionnaire about their perception of noise. Audiometry results indicate that only 7,4% of the workers aged above 50 years presented noise induced hearing loss. Both industries have conducted a hearing loss prevention program. The correlation between noise and biological and psychosocial aspects was analysed by using of  $\chi^2$  statistical tests and multivariate statistical analysis. The results indicated that 70% of syntoms showed association significant statistically concerning the sound pressure levels and worker's perception. For biological aspects greater correlation were observed with headache and physical fatigue. For psychosocial aspects anxiety and irritability showed close correlation.

**Key Words:** Noise; Hearing Loss; Annoyance; Biological and Psychosocial Aspects.

# CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

## 1.1. Apresentação do Problema de Pesquisa

Com o advento da Revolução Industrial, muitas modificações se processaram no meio social. Essas modificações migraram, também, o ambiente industrial, de modo que, com o avanço tecnológico de máquinas e equipamentos, embora auxiliando o homem no desempenho de suas atividades laborais, todo esse conjunto introduziu muito ruído no ambiente laboral, sendo, assim, causador de diversas seqüelas por vezes fatais.

O crescimento do ruído industrial tem anunciado não apenas progresso técnico e econômico, mas também, uma constante ameaça aos trabalhadores, devido à crescente incidência de perda auditiva a ele relacionada.

A gestão empresarial tem experimentado inúmeros problemas relacionados ao ruído no ambiente ocupacional, que sempre estiveram presentes na organização do trabalho. Talvez por dificuldades de entendimento e conhecimentos mais profundos, e de aplicações práticas eficientes das regulamentações pertinentes, os mecanismos utilizados, embora avaliados como suficientes e úteis às características do trabalho, pouco tem contribuído para a eficácia do combate à perda auditiva e a outras seqüelas relacionada à saúde do trabalhador.

Esse fato, muitas vezes pode ser atribuído à carência de trabalhos que procurem investigar com maior abrangência, o modo de ação do ruído, seu impacto não somente no aparelho auditivo, mas também, sobre outros sistemas, tais como o digestivo, endócrino, circulatório, entre outros. Um outro fato, diz respeito à negligência e/ou ignorância quanto ao assunto, por parte de alguns chefes e/ou supervisores no interior da organização. Ainda, um outro, seria a falta de orientação adequada ao trabalhador, quanto aos efeitos danosos do ruído.

O ruído tem um impacto significativo não somente sobre a audição, mas também, sobre a qualidade de vida do trabalhador, tornando-se, pois, um problema de saúde em discordância com a definição dada pela Organização Mundial da Saúde, de que “*saúde refere-se ao completo bem estar físico e mental, bem como à ausência de doença*”.

A grande evolução tecnológica, advinda especialmente do campo macro tecnológico vem, sem dúvidas, produzindo no organismo humano conseqüências danosas de todas as

ordens. Dentre estas, pode-se citar a perda auditiva induzida pelo ruído adquirida no ambiente ocupacional, ao longo da sua vida de trabalho.

Algumas variáveis que podem incidir diretamente na ocorrência da perda auditiva são: a falta de informação dos riscos da exposição; a negligência quanto ao uso dos Dispositivos de Proteção Auditiva-DPA; o descaso e a falta de serviço especializado por parte da organização.

Desse modo, este trabalho enfatiza o uso de teorias e conceitos multidisciplinares de acústica, e psicologia do trabalho, cujo alvo prioritário consiste no estudo da perda auditiva, bem como algumas das alterações biopsicossociais provocadas pelo impacto do ruído no ambiente de trabalho, as quais serão estudadas através da aplicação de um modelo que seja adequado ao entendimento das interações entre o trabalhador e seu ambiente laboral, ou seja, o sistema organizacional.

A característica principal dos ambientes industriais nos tempos modernos é a competitividade num mercado sujeito às mudanças, algumas das quais acontecem aceleradamente. Dentre estas, cita-se a evolução tecnológica, cujo número de máquinas, equipamentos e acessórios, multiplicaram-se abruptamente nas últimas décadas. Tanta investida tem elevado os níveis de ruído dentro do ambiente ocupacional, fazendo declinar em algumas situações a saída de produtos, bem como a qualidade de vida de seus trabalhadores.

O processo da perda auditiva ocorre naturalmente com o aumento da idade (presbiacusia), resultando numa queda do limiar auditivo (Kwitko, Pezzi, e Silveira, 1996; Bauer et al, 1991; Royster, Royster, e Thomas, 1980; Touma, 1992). Por vezes, os efeitos danosos do ruído, podem ser catastróficos, outras, seguem um padrão cumulativo devido à exposição prolongada ou repetida.

O ruído freqüentemente causa desconforto, dor, fadiga. De semelhante modo, a P.A.I.R. (Perda Auditiva Induzida pelo Ruído), também, prejudica a qualidade de vida, causando redução da capacidade auditiva para ouvir sinais sonoros importantes, como o da comunicação familiar e de outros indivíduos. O ruído pode, ainda, interferir com o repouso, o processo de ensino e aprendizagem, com o desempenho de certas atividades que demandam concentração, aumentar a incidência de mudanças de comportamentos e atitudes, dentre outros (Miller, 1974; Suter, 1990; Andersson, Melin, Scott et al, 1995; Kjellberg, 1990; Smith, 1989; Garcia, 1997).

Em sua abrangência, o estudo buscará ampliar não somente a abordagem técnico-científica sobre o tema, mas ainda, através do reconhecimento das interações do indivíduo no ambiente organizacional, resgatar particularidades e autonomias biopsicossociais.

## 1.2. Formulação do Problema de Pesquisa

Poucos trabalhos na área de pesquisa industrial têm surgido, abordando o possível relacionamento entre as alterações biopsicossociais em trabalhadores, no desempenho de suas tarefas no ambiente de trabalho, quando expostos aos diversos níveis de ruídos ocupacionais. Sabe-se, contudo, que o dano efetivo provocado por essas exposições dá origem a uma variedade de outros problemas. A natureza desses é essencialmente de caráter biopsicossocial, não importando o tipo de exposição ou, ainda, o tipo de ruído.

Diante de tal complexidade, qualquer mudança poderá ser alcançada através de um enfoque que permita gerar soluções, que visem proteger o trabalhador através de controles, tal que sua interação com o sistema organizacional não seja prejudicada.

São encontrados alguns modelos aplicados a esse tipo de problema, todavia, a maioria é adaptada às condições particulares do trabalhador submetido aos estímulos sonoros, onde tais adaptações são justificadas com o propósito de reduzir sua complexidade (Osada, 1988; Ahrlim e Ohlstrom, 1978; Cox e Ferguson, 1994).

Os países desenvolvidos vêm mantendo o controle sobre a emissão de níveis sonoros através de rígidas legislações e fiscalizações, porém, os países em desenvolvimento são pioneiros na geração de altos níveis de ruído não somente no ambiente ocupacional, mas também, em outros. Essa realidade justifica a preocupação deste trabalho em abordar a relação existente entre a exposição ao ruído ocupacional, e o estado comportamental da força de trabalho. Esses países aplicam programas para a valorização e minimização em controle do ruído. Países em desenvolvimento, ainda não o fazem, devido à falta de maiores níveis de conhecimentos e conscientização sobre os efeitos danosos do ruído, bem como a falta de maior integração entre governos, pesquisadores, indústria e comunidades, Stekelenburg (1982).

Com a implantação de novos processos e equipamentos de nova geração, a indústria é consciente de que é possível crescer mantendo o desenvolvimento sustentável, sem, contudo, agredir tanto o seu bem maior, sua força de trabalho, gerando condições satisfatórias de trabalho. Das condições requeridas para um bom desempenho num ambiente ocupacional, encontram-se exigências relacionadas ao conforto ambiental, dentre elas, o conforto acústico auditivo. Sob este enfoque específico, a International Organization for Standardization - ISO, através da ISO-1999/90 (*Acoustics – determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment*) especifica um método de cálculo da mudança do limiar auditivo permanente induzido pelo ruído em populações expostas em

ambientes ocupacionais operacionais, enquanto a Norma Brasileira NBR-10152/1987 (*Níveis de Ruído Para Conforto Acústico*) especifica níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico em diversos ambientes ocupacionais administrativos.

Assim, as organizações industriais, para serem bem sucedidas, devem se preocupar não somente com o gerenciamento eficiente dos seus subsistemas, mas também, atentar para a qualidade ambiental dos seus setores. Isto significa buscar sempre um alinhamento correto do sistema organizacional com o ambiente de trabalho (*in loco*), a fim de reduzir ou mesmo evitar impactos ambientais que gerem, além da perda auditiva, outras alterações no organismo do trabalhador.

### 1.3. Justificativa do Estudo

A definição do tema para o desenvolvimento desta pesquisa surgiu do interesse pessoal do autor, adquirido pelo estudo do assunto, tendo sido posteriormente reforçado pela busca desempenhada através da revisão bibliográfica. Algo que estava interiorizado, mas que emergiu após ter participado de um Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, onde chamou a atenção o fato de que nos ambientes de trabalho, os indivíduos sujeitos a vários níveis de exposições sonoras, além da perda auditiva, propriamente dita, sujeitam-se, ainda, aos efeitos indiretos do ruído que, também, tendem a ser inicialmente despercebidos.

A seleção de alguns fatores verificados na revisão da literatura, conciliados ao interesse do autor, levou ao desenvolvimento desta pesquisa, buscando um ambiente industrial genérico, para o direcionamento de um trabalho que seja compatível com a realidade do trabalhador.

Em nenhuma das pesquisas, realizadas anteriormente pelo autor, associou-se o caráter multidisciplinar. Foram feitas abordagens apenas quantitativas, verificando-se as características físicas do estímulo sonoro, sem, contudo, se estudar as conseqüências do agente estressor sobre a integridade do indivíduo no ambiente de trabalho (Alves Filho, 1996; Alves Filho, 1997).

Daí emergiu o interesse de desenvolver um trabalho de maior profundidade a respeito das influências do ruído sobre o indivíduo, numa abordagem interdisciplinar com vistas a efetuar uma pesquisa exploratória sobre o agente estressor, ruído, no ambiente ocupacional.



#### 1.4. Propósito Principal do Estudo

O propósito principal deste trabalho consiste (sem pretensões exauríveis) em desenvolver uma abordagem que relacione o homem (trabalhador) com seu ambiente de trabalho como um ser interligado em profundas e complexas relações, muitas vezes pouco compreendidas, mas com efeitos permanentes no organismo. Algumas dessas relações dizem respeito às características biológicas, psicológicas e sociais incorporadas ao trabalhador desde o seu ingresso no ambiente de trabalho.

Por isso, pretende-se trabalhar através de um enfoque sistêmico que permita estabelecer uma abordagem sobre alguns dos efeitos diretos e indiretos gerados devido ao impacto do ruído no ambiente ocupacional, de modo que sirva, também, para construir uma base de conhecimentos que atenda às necessidades não somente da organização, mas ainda, da sua força de trabalho, através da validação do modelo que relaciona o indivíduo e seus aspectos biopsicossociais com o sistema organizacional e seus componentes.

##### 1.4.1. Objetivo Geral

Desenvolver um método de investigação capaz de estimar a influência direta e indireta do ruído sobre as funções biológica, psicológica e social do indivíduo, quando sujeito, em atividades laborais às condicionantes do seu ambiente de trabalho.

##### 1.4.2. Objetivos Específicos

- Estudar os efeitos da exposição a níveis de ruído sobre a acuidade auditiva do trabalhador, quando sujeito às atividades laborais, através do levantamento dos níveis de pressão sonora medidos nas proximidades dos ouvidos direito e esquerdo, quando desempenhando tarefas no seu posto de trabalho;
- Traçar o perfil dos níveis de ruído da planta industrial, com o propósito de identificar possíveis áreas de risco, através de mapeamento setorial;
- Propor um modelo para o estudo dos impactos do ruído sobre o indivíduo no ambiente ocupacional;

- Avaliar a situação auditiva do trabalhador a fim de identificar trabalhadores em desenvolvimento de perda auditiva induzida pelo ruído-P.A.I.R., através de históricos dos exames audiométricos, junto ao Serviço de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT) da organização;
- Avaliar alterações biopsicossociais percebidas no trabalhador, verificando possíveis associações com a exposição aos níveis de ruído; e,
- Propor recomendações para melhor controle da prevenção e gerenciamento da perda auditiva induzida pelo ruído.

### **1.5. Limitações do Trabalho**

O desenvolvimento de uma pesquisa exige do pesquisador não apenas o embasamento teórico científico, habilidade instrumental e conhecimento empírico, mas também tempo para aplicação de testes, observações e verificações, entre outros, sem o qual o trabalho sofrerá certas limitações.

A limitação para o desenvolvimento deste trabalho foi a falta de disponibilidade instrumental para medição dos níveis de pressão sonora, logo após a conclusão dos créditos. Uma outra, de modo semelhante, a falta de disponibilidade de empresas para realização da pesquisa, no que diz respeito ao levantamento de dados, e aplicação de questionário.

Diante destes acontecimentos, o período de tempo disponível transformou-se numa outra limitação, pois, não permitiu ampliar o tamanho da amostra, de modo a incluir outras áreas do parque industrial, ou até mesmo outra(s) empresa(s).

As variáveis intervenientes presentes na análise da relação entre o ruído e os aspectos biopsicossociais, não foram controladas.

### **1.6 Originalidade**

A busca pela originalidade deste trabalho está na construção de um método de pesquisa que investigue os efeitos diretos e indiretos do ruído sobre o indivíduo, no desempenho de atividades num ambiente ocupacional.

A inovação, portanto, destaca-se na análise da influência do estímulo sonoro sobre o organismo do trabalhador, quanto a etiologia dos sintomas produzidos pelo impacto ruído, desde que a maioria dos estudos desenvolvidos, comporta-se sob o enfoque de temático dicotomizado.

## 1.7 Conteúdo dos Capítulos

A estrutura geral deste trabalho é apresentada em seis capítulos, de tal forma, que a seqüência de aprofundamento sobre o tema, possa ser observada pela composição de títulos e sub-títulos à medida que se procura obter maior destaque aos resultados, em função dos objetivos geral e específico.

Os capítulos contêm a seguinte disposição:

- No Capítulo 1, apresenta-se a identificação do problema de pesquisa, justificativa, objetivos, e limitações do estudo;
- No Capítulo 2 são apresentados os suportes teóricos, através da revisão bibliográfica, enfocando a problemática com relação à interferência e os danos provocados pelo ruído, sobre o indivíduo, no ambiente de trabalho. Apresenta-se, também, uma breve revisão da Acústica, a respeito do campo sonoro, a fim de situar o leitor quanto ao modo de propagação das ondas sonoras. Faz-se, ainda, uma abordagem sobre o aparelho auditivo, com o objetivo de mostrar as regiões vulneráveis, e como se dá o processo da perda auditiva;
- No Capítulo 3, abordam-se os materiais utilizados para realização da pesquisa, ou seja: a apresentação do modelo proposto para este estudo; critérios de seleção da amostra; levantamento dos dados; aplicação do questionário; critérios de classificação para níveis de ruído e audiométriais, e descrição dos instrumentos de medição. É feita uma abordagem dos métodos de análise estatística de dados bivariados e multivariados, no que se refere à Análise de Correspondência Múltipla;
- No Capítulo 4, destacam-se a análise dos dados e resultados da pesquisa;
- O Capítulo 5 apresenta as discussões sobre os resultados obtidos; e,

- No Capítulo 6, apresentam-se as conclusões e sugestões para outros trabalhos porvir.

## CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. Introdução

Esta revisão de literatura foi realizada com o auxílio de bancos de dados computacionais, como Compendex, Lilacs e PsyINFO, além de referências citadas através de artigos previamente selecionados e consultas à Internet.

Milhões de trabalhadores em suas atividades laborais, estão sob as constantes ameaças induzidas pela exposição ao ruído ao longo da sua vida de trabalho, e de participação dentro da organização, cuja consequência mais evidente é a perda auditiva induzida pelo ruído - P.A.I.R. Estudos históricos têm demonstrado que a exposição ao ruído com níveis  $\geq 85$  dB(A), provoca, além de lesões auditivas, outras alterações (Miller, 1974; Ohrstrom, Bjorkman e Rylander, 1979; Rai, Singh, Upadhyay et al 1981; Smith, 1989; Melamed e Bruhis, 1996; Rabinowitz 2000; Neitzel, 2001; Malathi, 2001).

A poluição sonora tem sido uma das principais formas de poluição ambiental no nosso mundo moderno, sendo esta a principal responsável pela hipoacusia e pela surdez em indivíduos de idade adulta. Dentre as várias reações e efeitos adversos para as pessoas por causa do ruído, pode-se destacar a interferência na comunicação verbal, no ambiente de trabalho, no repouso e lazer.

Um indivíduo submetido à exposição de ruído industrial pode apresentar sintomas diversos, como cefaléia, tontura, náuseas, vômitos, insônia, depressão, ansiedade, baixa eficiência no trabalho, e outras alterações. Como fonte de incômodo, o ruído tem se tornado um grande problema para a sociedade moderna, de modo que medidas corretivas e preventivas precisam ser tomadas urgentemente tomadas, visando o seu controle e proteção às comunidades afetadas. No entanto, a existência de situações em ambientes ocupacionais e/ou comunitários, onde o problema do ruído tem se tornado grave, continua a ser ignorado. Pode-se citar, por exemplo: o ruído de tráfego, danceterias, indústrias de transformação da matéria prima em bens de consumo e serviços, que vêm acompanhadas de intensa produção de ruído dos mais variados tipos e intensidades.

Quando este tema se reporta ao ambiente de trabalho, a grande preocupação concentra-se em torno do adequamento deste ao trabalhador, de modo a haver um melhor e maior desempenho de suas atividades, em vista a uma maior produtividade.

A exposição ao ruído tem a capacidade de provocar perdas auditivas de caráter temporário ou permanente. A perda auditiva temporária, denominada TTS (Temporary Threshold Shift), é uma mudança temporária do limiar auditivo, onde o indivíduo, após um período de repouso tem a capacidade auditiva restituída; enquanto que a perda auditiva permanente, denominada PTS (Permanent Threshold Shift), é uma mudança permanente do limiar auditivo, em que a capacidade auditiva do indivíduo não é recuperada nem através de longo repouso, nem mesmo por meios cirúrgicos, Harris, (1979).

Existem outros problemas provocados pela exposição ao ruído não relacionados com danos no aparelho auditivo, como a dilatação pupilar, a maior produção de hormônios pela tireóide, o aumento na produção de adrenalina pelas glândulas supra renais, a alteração da ritmia cardíaca e da respiração, a alteração na pressão sanguínea, dentre outros (Brown, Thompson e Folk, 1975; Ahrlin e Ohrstrom, 1978; Andrén, Hansson, Bøjorkam et al, 1980; Quick e Lapertosa, 1981; Tarter e Robins, 1990).

Se os efeitos biológicos são grandes e altamente prejudiciais, os efeitos psicológicos e sociais, por sua vez, não são menos graves. A poluição sonora, além dos males biológicos, provoca fadiga, reduz a produtividade e neurotiza os indivíduos (Singh, Rai, Bhatia et al, 1982; Héту, Lalonde e Gety 1987; Moser, 1988; Kjellberg, 1990; Melamed, Luz e Green 1992; Seligman, 1993).

No curso da história, embora o homem esteja associado a vários tipos de fontes sonoras, não é de agora, que este vem sofrendo dos seus efeitos danosos. Com o desenvolvimento da indústria e o crescimento da produção em grande escala de equipamentos e dispositivos sonoros, desencadeou uma série de problemas não somente no ambiente de trabalho, mas também na comunidade de um modo geral.

Nepomuceno (1994) cita que Aristóteles (384-332 a.C.) deixou uma coletânea de artigos, cujo título foi traduzido para o inglês como "*Sound and Hearing*", expondo modelos sobre a propagação das ondas sonoras no ar. A influência de Aristóteles prosseguiu até a Idade Média. Somente na metade do século XVII, surgiu uma nova era de investigações científicas, inclusive da Acústica Experimental com Galileu-Galilei (1564-1642). No início do século XIX, Chladni (1756-1827), com a publicação do seu livro "*Die Akustic*", proporcionou novos avanços para o desenvolvimento da Acústica como ciência. Entretanto, foi somente com Helmholtz (1821-1894) e Lord Rayleigh (1842-1919) que a Acústica recebeu novos impulsos, começando a ser apresentada nos moldes atuais. Em 1867, Helmholtz publicou a "*Teoria da Ressonância do Ouvido*", relacionando à discriminação dos sons na cóclea. Lord Rayleigh publicou, em 1877 a obra "*The Theory of Sound*". Consolidavam-se com isso as

bases científicas da Acústica uma obra pedagógica completa, chamada “*The Principia of Acoustics*”. Ainda no século XIX, Sir Charles Wheatstone (1802-1875) fez vários experimentos relacionados à audição. Em 1930, Fletcher e Munson publicaram seus trabalhos sobre a sensibilidade do sistema auditivo nas diferentes frequências audíveis, resultando as famosas Curvas Isoaudíveis. No final da década de 30, S.S. Stevens e H. Davies propuseram-se a estudar o assunto com maior profundidade, levando em consideração as diferenças individuais, publicando em 1938 a primeira edição do “*Hearing it's psychology and physiology*”. Com isso abordaram a sensibilidade do sistema auditivo em relação às grandezas objetivas, psicológicas e subjetivas.

Karmy (1977), num dos seus estudos sobre perda auditiva, tece alguns comentários históricos a respeito dos perigos provocados pela perda devida ao ruído, mencionando que o primeiro autor a descrever sobre P.A.I.R. foi Plínio, o Velho, em seu trabalho “*A Natural History*” no primeiro século a.D. A obra registra, ainda, a observação de que aquelas pessoas que moravam próximo às grandes cataratas do rio Nilo, eventualmente viriam a sofrer certos problemas auditivos. O mesmo autor aponta a referência de Francis Bacon a Plínio em seu tratado “*Sylva Sylvarum*”, produzido em 1627, fazendo seus próprios comentários relacionando os efeitos adversos que o ruído excessivo pode ter sobre a audição. Similarmente, continua Karmy, Ramazzini em 1713, descreve no seu livro “*De Morbis Artificum Diatriba*” sobre surdez auditiva entre trabalhadores em minas de cobre; e, no mesmo século, em 1782, o General Lord Rodney declarou ter sido acometido de surdez temporária em virtude de uma série de disparos de canhões.

Quase meio século depois, o relato mais completo sobre a perda auditiva induzida pelo ruído apareceu na literatura, através do trabalho desenvolvido por Fosbroke em 1831, relacionado aos níveis de ruído em trabalhadores de artefatos de metal (ferreiros). Mais tarde, em 1886, Thomas Barr publicou alguns resultados de estudos experimentais sobre os diferenciais auditivos existentes entre os trabalhadores de vários tipos de atividades ruidosas. Em particular, ele notou que 75% dos caldeireiros que tinham sido por ele examinados mostraram sinal de perda auditiva.

Ramazzini (1999, p 245) descreveu, pela primeira vez, a relação entre o ruído e a lesão auditiva como associada à atividade laboral, na sua tão conhecida obra intitulada “*De Morbis Artificum Diatriba*” em que fez o seguinte relato:

“*Esses operários existem em todas as cidades, e em Veneza se agrupam em um só bairro para, durante o dia, martelarem o bronze, a fim de dar-lhe*

*maleabilidade e fabricar, depois, vasilhas de diversos tipos, causando, com isso, tal ruído que os operários que têm suas tabernas e seus domicílios, fujam todos de um lugar tão incômodo... O contínuo ruído danifica o ouvido e depois, toda a cabeça; tornam-se um pouco surdos e, se envelhecem no mister, ficam completamente surdos...”*

Embora onexo causal entre o ruído e perda auditiva fosse bem definido, a disacusia ocupacional neurosensorial provocada pelo estímulo sonoro só passou a ser reconhecida como doença adquirida no ambiente de trabalho, após a década de 40 do século passado, sendo, portanto, passível de indenização pela lesão provocada ao organismo.

Glorig (1961) comenta, a respeito das observações anteriores, que nenhum reconhecimento dos efeitos do ruído sobre o homem havia sido tomado até cerca de 1830, quando Fosbroke, na Inglaterra, divulgou seus estudos sobre perda auditiva verificada em trabalhadores de ferrovias.

Atherley e Noble (1985), também, citam alguns daqueles que se dedicaram ao estudo da perda auditiva. Dentre eles, Moss (1880) e Schwabach e Pollnow (1881) na Alemanha, os quais fizeram registros de perda auditiva em operadores de locomotivas e foguistas. Na América, Holt (1882), registrou a existência de perda auditiva em caldeireiros.

Apesar de todo o histórico referido sobre a perda auditiva, somente, agora, nas últimas décadas é que as indústrias vêm fazendo um esforço concentrado para prevenir a ocorrência de P.A.I.R. em sua força de trabalho, mas, sob os rigores da legislação.

No Brasil, o Decreto da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), publicado em 1943 pelo presidente Getúlio Vargas, tratou pela primeira vez, no capítulo sobre Medicina e Segurança do Trabalho, da questão da prevenção das doenças ocupacionais e dos acidentes de trabalho.

## **2.2. Dados Estatísticos Sobre Perda Auditiva**

A perda auditiva como consequência da exposição ao ruído, a qual o trabalhador se encontra sujeito, já é bastante conhecida. Atualmente, ela aflige milhares de trabalhadores em todo o mundo, sendo esta perda parcialmente atribuída aos danos causados devido à exposição aos altos níveis de ruído. Riley (1979) fez uma estimativa de que entre 6-16 milhões de americanos, viviam expostos a níveis de ruído bastante severos, capazes de causar



perda auditiva permanente. Moline, Gunderson e Catalano (1997) citam que aproximadamente 28 milhões de pessoas nos Estados Unidos sofrem de perda auditiva, 10 milhões vêm a ser prejudicados por exposições a sons de alta intensidade, e que mais de 20 milhões de americanos encontram-se expostos a níveis danosos de ruído, podendo resultar em perda auditiva. Rabinowitz (2000), em recente estudo, mostra que houve um acréscimo deste número, registrando que cerca de 30 milhões de americanos estão expostos a níveis sonoros potencialmente danosos em seus locais de trabalho. Ries (1994) cita que cerca de 968000 jovens, entre 3-17 anos, têm problemas de perda auditiva, e destes 143000 não podem ouvir nem entender a fala. Por outro lado, Kjellberg (1990) cita que na Suécia cerca de 40% dos trabalhadores consideram-se expostos ao ruído. Destes, 68% são do sexo masculino que trabalham diretamente expostos, e 25% expostos indiretamente.

A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico anunciou que 130 milhões de habitantes dos países membros, encontram-se expostos a níveis maiores do que 65dB(A), e que 300 milhões vivem em áreas acusticamente indesejáveis, entre 55-65dB(A) Garcia, (1997). De acordo com esta informação, adianta Garcia, a Espanha ocupa a segunda pior posição no *rank* de países ruidosos, depois do Japão. Cerca de 23% da população da Espanha encontra-se exposta a níveis sonoros equivalentes, acima de 65dB(A).

Segundo dados da Organização Mundial da Saúde - OMS em 1995, no Congresso Mundial de Saúde foi estimado que havia cerca de 120 milhões de pessoas com problemas auditivos em todo o mundo ([www.who.int/environmental-information/noise](http://www.who.int/environmental-information/noise)).

Dos 250 milhões de pessoas no mundo que tem problemas de perda auditiva, cerca de um terço vivem em países em desenvolvimento ([www.who.int/pbd/pdh/pdh\\_home.htm](http://www.who.int/pbd/pdh/pdh_home.htm)).

A P.A.I.R. é causada pela exposição a níveis sonoros que danificam as células sensoriais existentes na cóclea. Inicialmente a exposição pode causar apenas uma mudança temporária do limiar, ou seja, uma queda na sensibilidade auditiva. Todavia, após um determinado período de repouso, tal sensibilidade pode ser restituída. Já com exposições repetidas, a mudança do limiar poderá ser permanente, cuja perda sensorineural será irreversível.

Em 1981, a Occupational Safety and Health Administration-OSHA estimou que 7,9 milhões de trabalhadores nos Estados Unidos, nos setores de manufatura, estavam expostos a níveis ocupacionais acima de 80dB(A). No mesmo ano, a Environmental Protection Agency-EPA estimou que 9 milhões de trabalhadores eram expostos a níveis acima de 85dB(A) (<http://www.cdc.gov/niosh>).

Segundo a Revista Proteção (Janeiro/98, p.28), os problemas derivados do estresse auditivo, conforme a Organização Internacional do Trabalho - OIT, custam cerca de 150 bilhões de dólares/ano às empresas norte-americanas.

Uma pesquisa, mantida pelo National Institute for Occupational Safety and Health-NIOSH, foi realizada por Poulos, Wasserman e Doyle, (1980) junto a 25 indústrias, a fim de verificar o volume de trabalhadores expostos a situações de ruído ocupacional de impacto e impulsivo. Como resultado desta investigação, os autores estimaram a existência aproximada de 2,7 milhões de trabalhadores expostos aos ruídos de impacto ou impulsivo nos Estados Unidos. Em uma estatística anterior, registrada por Beranek and Newman, o mesmo autor menciona que foi estimada uma população de 4,6 milhões de trabalhadores nos EUA expostos aos ruídos de impactos ou impulsivos.

Um estudo realizado por Moline, Gunderson e Catalano, (1997) entre trabalhadores que exercem suas atividades em locais de diversões nos EUA, os autores enfatizam a existência de 300 mil balconistas e 1,4 milhões de garçons e garçonetes expostos a altos níveis quando trabalhando nos clubes onde ocorrem apresentações de conjuntos musicais e orquestras.

De acordo com Suter (1991), níveis sonoros abaixo de 75dB(A) são improváveis de causar perda auditiva permanente. Segundo o mesmo autor, para níveis sonoros  $\geq 85$ dB(A) com jornadas de trabalho de 8 horas/dia produzirão perda auditiva permanente, após anos de trabalho.

Ibañez (1993) comenta que décadas de desenvolvimento com pouca valorização do ser humano envolvido nos processos produtivos, resultara na situação existente no Brasil atual, com ambientes nocivos de trabalho com várias formas de ataque. Comenta, ainda, que qualquer posto de trabalho com níveis de ruído igual ou superior a 80dB(A), pode ser considerado potencialmente patogênico, independente do tempo de exposição a que o trabalhador esteja submetido.

Miyakita e Ueda (1997) argumentam que do ponto de vista de proteção dos trabalhadores quanto aos danos auditivos de exposições a ruídos, várias medidas de contorno têm sido tomadas, mas a percentagem destes, com resultados positivos nos exames, ainda é alta. Os autores argumentam ainda que a falta de percepção e a subestimação dos efeitos do ruído por parte do trabalhador, os fazem descuidados das conseqüências no seu dia a dia, até que venham a sofrer de prejuízos auditivos muito sérios, nutrindo, desse modo, os dados estatísticos.

### 2.3. Legislações e Normas Sobre o Ruído no Ambiente de Trabalho

Os países industrializados preocupam-se com o controle do ruído ambiental, procurando, através da disposição de legislações e/ou normas pertinentes, estabelecer limites para manter o controle e, assim, proteger a comunidade de modo geral, proporcionando o seu bem-estar.

A Organização Mundial da Saúde diz que não haverá risco identificável de dano auditivo, desde que os níveis de ruído não atinjam os 75dB(A) para uma jornada diária de 8 horas.

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

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

A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) publicou, em dezembro de 1987, a NBR 10152, que regulamenta sobre *Níveis de Ruído para Conforto Acústico*, estabelecendo os limites dos níveis de pressão sonora para o conforto de ocupantes de ambientes ocupacionais do tipo administrativos. As curvas NC-15 a NC-70, estipuladas por esta norma, equivalem a níveis de ruído que sejam ainda confortáveis em diversos ambientes ocupacionais. A primeira curva na parte inferior (NC-15) representa o limiar da audição, enquanto a última (NC-70) representa o máximo desconforto para a comunicação, não ocasionando, todavia, danos auditivos.

Neste contexto, a NR-17 (Ergonomia), fazendo menção às “condições de trabalho”, refere-se, dentre outros, aos equipamentos e às condições ambientais do posto de trabalho. No subitem 17.5.2 especifica alguns setores, fazendo menção às características de condições de conforto, e cita, dentre outros, “níveis de ruído de acordo com o estabelecido na NBR 10152”.

O Instituto Nacional de Saúde Social – INSS publicou Portaria através do DOU Nº 131, de 11/07/97 (Edital n.º 3 9/7/97) que “*Entretanto, é comum em condições normais de trabalho a co-existência de vários outros fatores que podem agredir diretamente o órgão auditivo, ou através da interação com o ruído influenciar o desenvolvimento da perda auditiva. Alguns fatores de risco ambientais são: agentes químicos (solventes, gases, fumos metálicos etc); agentes físicos (vibrações, calor, radiação, etc.); agentes biológicos (vírus, bactérias etc.)*”.

A tabela 2.1 mostra os limites de níveis de exposição ao ruído ocupacional que atendem as normas de vários países, dentre eles, o Brasil.

Tabela 2.1 – Limites de níveis de tolerância ao ruído ocupacional, segundo norma de vários países.

Pais	Nível de Ruído dB(A)	Tempo de exposição (h/d)	Nível máximo dB(A)	Nível máximo admissível de ruído de impacto – dB(A)
Alemanha	85	8	–	140
Japão	90	8	–	–
França	85	8	–	135
Bélgica	90	*40	110	140
Inglaterra	85	8	135	140
Itália	85	8	115	140
Israel	85	8	–	–
Espanha	85	8	–	140
Dinamarca	90	*40	115	–
Suécia	85	*40	115	140
USA – OSHA	90	8	115	140
USA – NIOSH	85	8	–	–
Canadá	90	8	115	140
Austrália	85	8	115	140
Holanda	80	8	–	–
Brasil	85	8	115	130

Fernandes (1991), Araújo e Regazzi (1999). \* Tempo de Exposição semanal.

A Tabela 2.2 mostra os limites de tolerância a níveis de exposição a ruído ocupacional, conforme norma nacional expedida pelo Ministério do Trabalho e Emprego, através da Portaria Nº 3214, de 08 de junho de 1978:

Tabela 2.2 – Limites de tolerância ao ruído ocupacional, segundo norma nacional NR-15.

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

Fonte: Portaria Nº 3214 do MTb.

Tem-se, ainda, a Portaria Nº 3067, de 12 de abril de 1988, que aprova as Normas Regulamentadoras Rurais - NRR, através do Artigo 13 da Lei n.º 5889, de junho de 1973, relativas à Segurança e Higiene do Trabalho Rural.

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

Durante a fase da revisão de literatura, observou-se a existência de várias publicações nacionais e internacionais, relacionadas a fontes de ruído, bem como seus efeitos, não

somente sobre o aparelho auditivo, como também, vastas referências de efeitos indiretos sobre a saúde do trabalhador.

Grande número de autores (Axelsson, 1979; Rai, Singh, Upadhyay et al,1981; Clark,1992; Rice,1996; Moline, Gunderson e Catalano,1997) abordam a exposição ao ruído ocupacional, associando-o diretamente à P.A.I.R., enquanto outros, atribuem à exposição ao ruído aos fatores biopsicossociais.

Desta maneira, pode-se observar que a exposição ao ruído torna o trabalhador suscetível de efeitos nocivos deste, não apenas no ambiente de trabalho, mas também, em outros não ocupacionais.

#### **2.4. A Natureza do Campo Sonoro**

Em qualquer ambiente industrial, cuja planta contenha uma linha de produção com a transformação de matéria prima, através da operação de várias máquinas e equipamentos, há, sem dúvida a emissão de níveis de ruído. Em tais ambientes, são diversas as fontes ruidosas existentes, como motores, ventiladores, exaustores, compressores, dentre outras. Estes tipos de máquinas, através dos seus vários componentes, emitem níveis de ruído que podem se propagar sob diversas trajetórias, tanto por meio aéreo, quanto pelas próprias estruturas.

Muitas indústrias possuem apenas parte destas fontes de ruído, outras, no entanto, aquelas consideradas de grande porte, contêm estas e outras, abrangendo níveis de exposição os mais diversos. Dentre as fontes de ruído no ambiente ocupacional, grande parte são provenientes de máquinas rotativas, onde alguns componentes mecânicos, impropriamente ajustados, contribuem para a emissão de altos níveis de ruído.

Quando uma fonte sonora é posta em funcionamento num ambiente fechado, sucessões de reflexões nas superfícies existentes são originadas, de tal modo que o ambiente atinge um estado de regime permanente de campo sonoro.

O som emitido pela fonte, incidindo sobre uma parede ou teto do ambiente provoca uma certa vibração, de modo que esta dá origem a uma nova fonte sonora irradiando energia em ambas as superfícies.

## 2.5. Tipos de Campos Sonoros

Todas as fontes sonoras irradiam energia acústica, em face da ação de superfícies que, devido à natureza de suas características mecânicas, estão sujeitas a vibrações, e daí à emissão de ondas sonoras.

De acordo com Diehl (1973), um campo sonoro é definido como um meio homogêneo, isótropo e livre de limites. O campo sonoro pode ocorrer ao ar livre, num ambiente reverberante ou numa câmara anecóica. Num ambiente fechado, como é o caso da maioria das indústrias, sua configuração geométrica, associada a sua estrutura, exprime muito bem as características de um ambiente reverberante, cujas fontes sonoras ali instaladas, originam dois campos sonoros distintos chamados de Campos Sonoros Direto e Reverberante.

Cunniff (1977) descreve ondas progressivas livres, como ondas sonoras que se propagam no meio sem nenhuma obstrução, desde a fonte até o receptor. Relata o autor, que o campo sonoro é composto de uma parte livre e outra reverberante. Na parte livre ou Campo Livre, o nível de pressão sonora obedece à lei do quadrado inverso. A parte reverberante existe para ambientes fechados onde as ondas sonoras refletidas são superpostas às ondas sonoras incidentes. Existindo um grande volume de ondas, refletindo-se em várias direções, então, há a existência de um campo sonoro difuso, no qual a energia acústica por unidade de volume é essencialmente uniforme no ambiente, fato este muito comum em ambientes do tipo industrial.

### 2.5.1. Campo sonoro direto

Uma fonte sonora não direcional irradiando-se num espaço tridimensional, situada em um campo livre, emite sons uniformemente em todas as direções. A relação entre a pressão sonora existente no campo direto e a potência da fonte, é:

$$P_{rms}^2 = \frac{WQ \rho c}{4\pi r^2} \quad [2.1]$$

onde: W - potência sonora da fonte (W)

Q - fator de diretividade

$\rho$  - densidade do meio (kg/m<sup>3</sup>)

$c$  - velocidade de propagação do som (m/s)

$r$  - distância da fonte sonora ao ponto de medição da pressão sonora (m)

Deste modo, trabalhando-se a expressão (2.1), tem-se então:

$$NPS = NWS - 20 \log_{10} r - 10,9 \quad [\text{dB(A)}] \quad [2.2]$$

Com a existência da proporcionalidade inversa da pressão sonora em relação ao quadrado da distância, pode-se, então, inferir que não havendo reflexões que interfiram nas medições da pressão sonora realizada nesse campo, o nível de pressão sonora na região de domínio de emissão da fonte, diminui de 6dB, havendo duplicação da distância do ponto de medição à fonte sonora, facilmente observável através da expressão (2.2). Pode-se observar, também, que quanto mais o receptor se afasta da fonte sonora, tanto mais a intensidade do campo sonoro direto diminui, Lenzi (2001).

### 2.5.2. Campo sonoro reverberante

Reynolds (1981) menciona que quando o indivíduo se encontra numa área fechada (como um galpão industrial) e uma fonte sonora é acionada, ele percebe um aumento do nível sonoro por um certo período até que o estado de regime seja alcançado. De modo semelhante, quando a fonte é desligada, o nível sonoro parece reduzir-se a um som inaudível, num certo período de tempo.

Sobre esta extensão do estímulo sonoro após o desligamento da fonte sonora, Harris (1979) cita que é chamada de reverberação, e que esta se torna um fator contribuinte para o aumento do nível sonoro no ambiente.

O período gasto para que o estímulo sonoro deixe de ser percebido audivelmente é uma função do volume de absorção presente no ambiente fechado, e internacionalmente conhecido como Tempo de Reverberação (T), que teve sua formulação matemática desenvolvida por Wallace C. W. Sabine, em 1895 (Cunniff, 1977).

Tempo de Reverberação é, pois, o tempo requerido para que o nível de pressão sonora médio quadrático, originalmente num estado constante, diminua de 60dB, após a fonte sonora ter sido desligada (Diehl, 1973), cuja expressão Sabínica é dada por:



$$T = 0,161 \frac{V}{A} \quad [\text{s}] \quad [2.3]$$

sendo:  $V$  - volume do ambiente fechado ( $\text{m}^3$ )

$A$  - área total de absorção ( $\text{m}^2$ )

Reynolds (1981) dá uma visão mais clara para um melhor entendimento dos campos sonoros existentes num ambiente fechado. Tem-se, pois, a ilustração de um ambiente onde existe uma fonte de emissão sonora  $S$  e a presença de um receptor  $R$ .

Segundo ele, a densidade de energia em um grande espaço fechado é composta da densidade do campo sonoro direto ou livre e do campo sonoro reverberante, onde as expressões matemáticas para o campo direto e reverberante, respectivamente, são:

$$D_d = \frac{WQ}{4\pi r^2} \quad [2.4]$$

$$D_r = \frac{4W}{cR} \quad [2.5]$$

A densidade da energia total –  $D$  no espaço fechado, segundo Reynolds, é a soma das densidades dos campos direto e reverberante, isto é:

$$D = D_d + D_r \quad [2.6]$$

$$D = \frac{4}{c} \left( \frac{4}{R} + \frac{Q}{4\pi r^2} \right) \quad [2.7]$$

onde:  $R$  - constante do ambiente

Mas, Reynolds define a Densidade de Energia num tempo médio, através da seguinte expressão:

$$D = \frac{P^2_{rms}}{\rho c^2} \quad [2.8]$$

Deste modo, tem-se que

$$P^2_{rms} = W\rho c \left( \frac{4}{R} + \frac{Q}{4\pi r^2} \right) \quad [2.9]$$

Acrescentando-se alguns valores de referência, aplicando-se o logaritmo e multiplicando-se por 10, chega-se a uma expressão, caracterizando os níveis em decibéis, do tipo:

$$NPS = NWS + 10 \log_{10} \left( \frac{4}{R} + \frac{Q}{4\pi r^2} \right) \text{ [dB(A)]} \quad [2.10]$$

Segundo Gerges (1992), o Índice de Diretividade – DI é definido por:

$$DI = 10 \log_{10} Q \quad [2.11]$$

e

$$Q = \frac{I(\theta)}{I} \quad [2.12]$$

$$I(\theta) = \frac{P^2(\theta)}{\rho c} \quad [2.13]$$

onde:  $I(\theta)$  - intensidade sonora na direção  $\theta$  a uma distância  $r$  da fonte

e

$$I = \frac{W}{4\pi r^2} = \frac{P^2}{\rho c} \quad [2.14]$$

Assim, tem-se que:

$$Q = \frac{P^2(\theta)}{I\rho c} \quad [2.15]$$

## 2.6. Absorção Sonora e Coeficiente de Absorção

O avanço tecnológico da sociedade contemporânea tem como um dos resultados a geração de altos níveis sonoros, tanto em ambientes externos quanto internos.

As modernas técnicas de fabricação de máquinas e equipamentos, bem como as de edificações, num momento em que a economia de gastos é um fator importante, favorecem fabricações e construções com isolamentos acústicos deficientes. A diversidade da existência de problemas acústicos isolados é resultante das variações nos vários tipos de fabricações, que dependem das funções específicas de cada máquina. Numa instalação industrial, por exemplo, é necessário reduzir a proporção de emissão sonora no ambiente, a fim de proteger a integridade dos trabalhadores. Alguns dos problemas de saúde de indivíduos no ambiente ocupacional resultam da ação acústica desordenada deste meio.

O coeficiente de absorção sonora é a medida que exprime a propriedade de absorção sonora de um material. Os materiais acústicos são usados para revestimento interno de compartimentos de máquinas e ambientes, onde os níveis sonoros são acentuados.

Harris (1979) menciona que os materiais acústicos, utilizados para revestimento de paredes ou tetos, são classificados como painéis e telhas acústicas, telhado acústico revestido, dentre outros. Segundo o autor, uma das vantagens destes materiais é que podem ser instalados por vários métodos, tanto em construções novas, quanto as já existentes. Já em projetos de máquinas e equipamentos, a eficiência máxima com respeito ao mínimo nível de ruído, por nem sempre ser possível, faz-se necessário um trabalho de tratamento acústico, que muitas vezes consiste na instalação de forros acústicos ou mesmo de painéis absorventes. Em ambientes fechados, como uma instalação industrial onde a disponibilidade de área livre é reduzida, o emprego de materiais acústicos, tais como os chamados “*baffles*”, podem ser utilizados com sucesso.

A American Society for Testing and Materials-ASTM define absorção sonora como: “*uma medida das propriedades de absorção sonora que um determinado tipo de material possui, ASTM C 423-66*” (Cunniff, 1977; Harris, 1979).

Na realidade, os coeficientes de absorção sonora conhecidos são, segundo Cunniff, chamados de Sabine, ou coeficiente de absorção sonora efetivo  $\alpha$ . Deste modo, se o coeficiente de absorção de cada superfície do ambiente fechado for conhecido, então, a absorção sonora  $\alpha$ , em “*sabins*”, é dada pela seguinte expressão:

$$A = \sum \alpha_i S_i \quad [2.16]$$

sendo:  $\alpha_i$  - coeficiente de absorção sonora de cada superfície (i);

$S_i$  - área de cada superfície (i) em m<sup>2</sup>.

## 2.7. Determinação do Nível de Pressão Sonora

Conforme descrição feita no item 2.3, esta parte do trabalho objetiva mostrar como foram avaliados os níveis de pressão sonora aos quais estão expostos os trabalhadores nos setores operacionais e administrativos, comparando-os aos limites de exposição estabelecidos pelas normas e legislações pertinentes em vigor.

A escala utilizada para as medições dos níveis de pressão sonora, bem como para a perda de audição, foi o decibel (dB), enquanto a unidade de mensuração foi o Pascal (Pa) ou (N/m<sup>2</sup>), a qual pode ser representada através de uma escala logarítmica de base 10(dez), por sua capacidade de dar melhor significado à sensação auditiva do indivíduo. Deste modo, a pressão sonora em Pascal é, então, denominada de Nível de Pressão Sonora (NPS) na escala em decibéis, através da seguinte expressão, que, segundo Reynolds (1981), é o parâmetro mais comum usado para fornecer uma indicação da audibilidade de um estímulo sonoro:

$$NPS = 20 \log_{10} \frac{P_{rms}}{P_{ref}} \quad [dB] \quad [2.17]$$

onde:  $P_{rms}$  - pressão sonora no local de medição (em Pa ou N/m<sup>2</sup>)

$P_{ref}$  - pressão sonora de referência ( $2 \times 10^{-5}$  Pa ou 20  $\mu$ Pa)

Nas medições dos níveis de pressão sonora, utilizou-se um medidor de nível de pressão sonora, devidamente calibrado, em escala de ponderação “A” e resposta “slow”. Assim, os valores medidos em dB(A), caracterizam os NPS ponderados em conformidade com a curva “A”, embutida ao instrumento.

De acordo com Harris (1979), as características dos circuitos de ponderação A, B e C têm sido padronizadas internacionalmente pelo American National Standards Institute-ANSI S1.4-1971 através da norma (*American National Standard Specification for Sound Level Meters*) e pela International Electrotechnical Commission-IEC/179-1973 (*Precisions Sound Level Meters*). Assim, a curva “A” usada para medições de ruído, na qual existe uma preocupação com a audição do indivíduo, é a curva que mais se aproxima das curvas de

audibilidade subjetiva do som (*loudness*), ou seja, possui pouca sensibilidade às baixas frequências, bastante sensível nas frequências entre 2 e 5kHz, e perdendo a sensibilidade nas altas frequências.

Para avaliação da frequência utilizou-se o Hertz (Hz), que corresponde a uma oscilação de período igual a um segundo. Foram utilizadas as frequências padronizadas para os filtros de frequências com valores centrais de oitavas em 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 e 8000Hz de acordo com as normas ANSI S1.11-1966 (*American Standard Specification for Octave, Half-Octave and Third-Octave Band Filter Sets*) e IEC/225-1966 (*Octave, Half-Octave and Third-Octave Band Filter Intended for the Analysis of Sound and Vibrations*), Harris (1979).

## **2.8. Ruído de Fundo**

Harris (1979) conceitua ruído de fundo como sendo o ruído de todas as outras fontes, além daquelas de interesse. A fonte introduz um certo grau de mascaramento no ambiente, de modo a interferir na capacidade auditiva do indivíduo, mesmo nas proximidades do seu posto de trabalho. Um nível sonoro de mascaramento entre 45-50dB(A) é considerado satisfatório, mas níveis de ruído de fundo mais elevados induzem os indivíduos a queixas, pois estes teriam que se comunicar com um nível de voz mais alto.

## **2.9. Espectro de Frequências do Sinal do Ruído**

Um dado muito importante no estudo sobre avaliação do ruído industrial é a medida realizada no domínio das frequências, ou seja, como o estímulo sonoro é distribuído ao longo das bandas de frequências.

O processo usado para determinação da distribuição das frequências de um sinal sonoro é denominado de análise espectral. Neste, o sinal é processado através de circuitos eletrônicos e o resultado pode ser obtido compondo-se o gráfico dB versus Hz, ou sobre o “display” do próprio instrumento utilizado na medição.

A análise espectral por faixa de frequência é um instrumento de grande importância no conhecimento da distribuição sonora no ambiente industrial, tanto no aspecto preventivo dos níveis de pressão sonora em áreas, setores e postos de trabalho, quanto no aspecto, também

preventivo, dos componentes de máquinas e equipamentos. No domínio da frequência, a análise espectral do sinal é separada eletronicamente em bandas de frequências conhecidas por bandas de oitava, terço de oitava e outras.

Embora a faixa audível do ouvido humano encontre-se situada entre as frequências de 20 a 20.000Hz, a banda de oitava para medições acústicas cobre uma faixa audível de apenas dez faixas, cujas frequências centrais são de 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 e 16.000Hz. Diehl (1973) afirma que o analisador da banda de oitava é o mais comum para efetivação de medidas do ruído industrial. Segundo Lenzi (2001) a faixa de interesse em ruído industrial limita-se de 63 a 8000Hz.

## **2.10. Filtros de Oitava**

Os filtros são dispositivos eletrônicos que vêm embutidos em grande parte dos medidores de nível de pressão sonora, e possuem algumas características essenciais, como:

- não proporcionar atenuação das componentes de frequências do sinal situadas dentro dos limites da largura do filtro; e,
- suprimir de forma satisfatória as componentes de frequências abaixo e acima das frequências de corte.

Nestes termos, Reynolds (1981) argumenta que um filtro de ponderação “A” é o mais utilizado para medições do nível de ruído global.

Duas são as categorias mais convencionais de filtros Passa Faixa, que são: filtros de 1/1 oitava e filtros de 1/3 oitava. Quando um conjunto de filtros Passa Faixa de oitava ou terço de oitava é usado para analisar um sinal sonoro, apenas a energia sonora com componentes de frequências contidas no filtro é permitida passar. Esses filtros possuem valores de frequências centrais e de cortes padronizados. Para análise de ruído industrial, as faixas de frequências compreendidas entre 63 a 8000Hz são as mais recomendadas para os filtros de oitava, Lenzi (2001).

Portanto, para que seja possível uma análise espectral dos níveis de ruído emitidos, o instrumento deverá possuir um conjunto de filtros Passa Faixa, onde com cada filtro, obter-se-

á uma leitura do nível de ruído ponderado, expresso em dB(A), desde que esta curva esteja sendo utilizada.

### **2.11. Uma Descrição Anatômica do Sistema Auditivo Humano**

O aparelho auditivo humano constitui um dos mais complexos sistemas do organismo capaz de detectar, com bastante precisão, sinais sonoros dos mais graves (20Hz) aos mais agudos (20kHz) ou dos mais tênues ( $2 \times 10^{-5}$ Pa ou 20 $\mu$ Pa) aos mais intensos (200N/m<sup>2</sup>), dentro da faixa de frequência auditiva (Burns, 1973; Kryter, 1985; Harris, 1979; Santos, Matos, Morata et al, 1994).

Gelfand (1998) esclarece que o ouvido é sensível a uma faixa de intensidade que varia desde o 0dB a aproximadamente 140dB. Esta faixa dinâmica significa que a pressão sonora mais intensa que é produzida está na ordem de 10 milhões maior que a pressão sonora mais tênue que é percebida sob condições ótimas de escuta.

A Figura 2.1, mostra valores de níveis de pressão sonora correspondentes a exemplos de ocorrências práticas em situações diárias, em (N/m<sup>2</sup>), e em decibéis (dB).

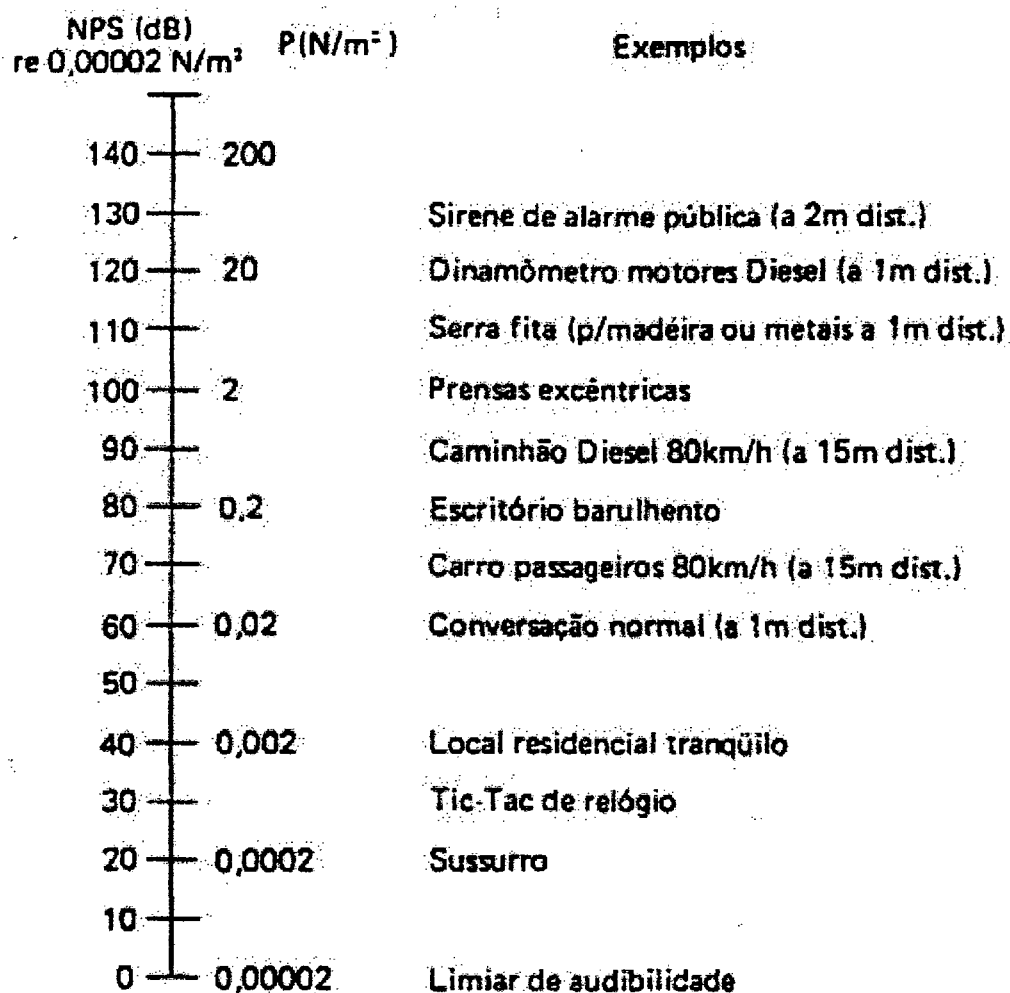


Figura 2.1 – Valores correspondentes de níveis de pressão sonora e exemplos de ocorrência prática, em decibéis. Fonte: (Santos, Matos, Moratta et al (1994).

No homem, a audição funciona como um instrumento poderoso de estudo e aprendizagem inteiramente a serviço da comunicação social através do uso da fala.

A fim de discutir perda auditiva induzida pelo ruído (P.A.I.R.) com sucesso, faz-se necessário descrever, sem muita pretensão, a passagem do estímulo sonoro através do ouvido.

O sistema auditivo possui três divisões principais, que são: o ouvido externo, o ouvido médio e o ouvido interno, conforme mostra a Figura 2.2.



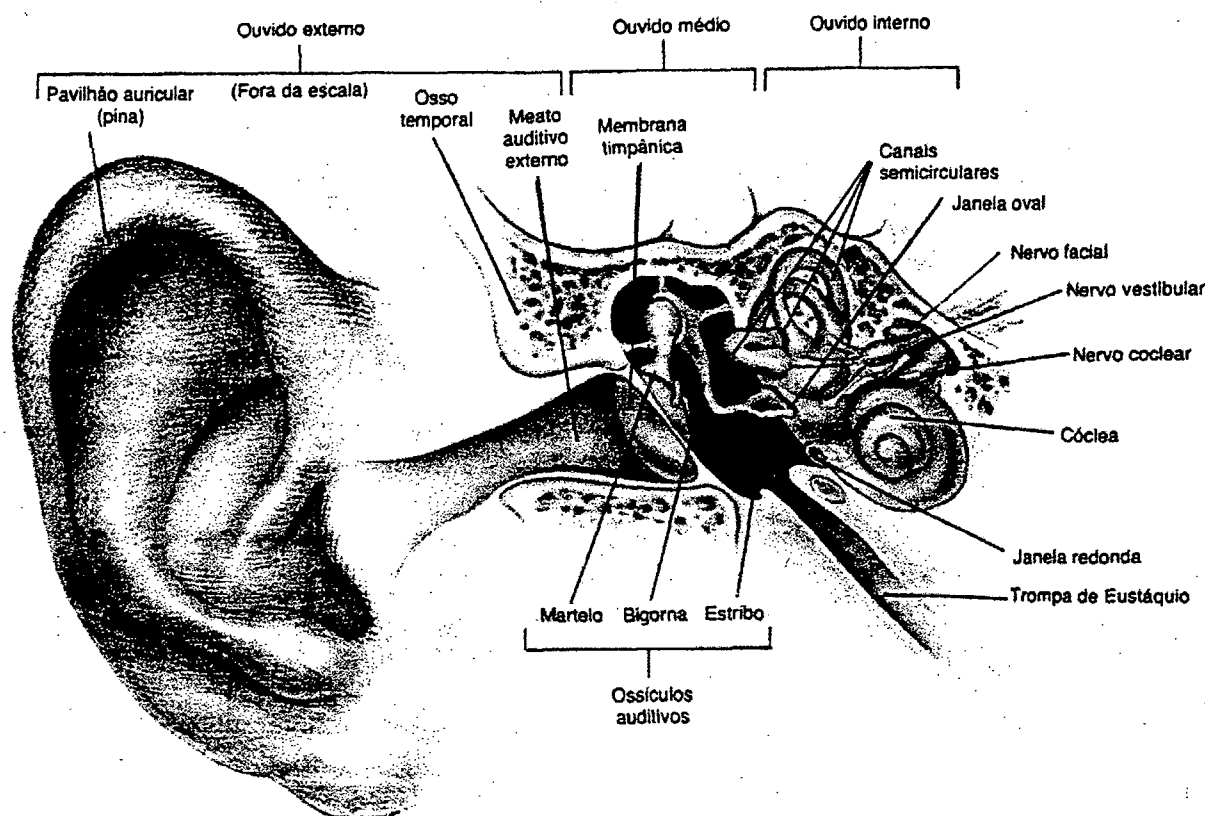


Figura 2.2 – Representação dos ouvidos externo, médio e interno (Fonte: Houssay, 1984).

### 2.11.1. Ouvido Externo

O ouvido externo inclui o pavilhão, o meato externo e o canal auditivo. O pavilhão auditivo ou orelha é uma formação cartilaginosa elástica, situada em cada lado da cabeça à altura do osso temporal. Ele tem a função de auxiliar e dirigir os sons para o interior do canal auditivo. A irregularidade de sua face externa facilita a captação dos estímulos sonoros, que é limitada por saliências e depressões.

O conduto auditivo externo se estende desde a concha até a membrana do tímpano. Esta membrana fecha o meato auditivo e separa o ouvido externo do ouvido médio. O canal auditivo ou conduto auditivo é um tubo preenchido com ar, pelo qual os estímulos sonoros se propagam para atingir o ouvido médio. A forma deste canal, segundo Berne e Levy (1990), lhe confere uma frequência ressonante de aproximadamente 3500Hz, mas esta tem uma faixa ampla de sintonia de (800-6000Hz) graças à elasticidade das superfícies do canal. As ondas sonoras que chegam ao meato auditivo atingem a membrana timpânica, causando um efeito vibratório e impelindo movimento na cadeia ossicular contida no ouvido médio.

### 2.11.2. Ouvido Médio

O ouvido médio consiste em uma membrana timpânica e numa cadeia ossicular composta pelos seguintes ossículos: martelo, bigorna e estribo. É uma cavidade localizada no osso temporal e preenchida de ar. Os ossículos estão firmemente ligados uns aos outros, movendo-se como uma unidade. A base do martelo encontra-se presa à membrana timpânica, e a base do estribo, por sua vez, apóia-se sobre a membrana que recobre uma abertura no revestimento ósseo do ouvido interno, que é a janela oval.

Os estímulos sonoros transmitidos ao longo do ouvido externo alcançam a membrana timpânica, fazendo-a vibrar com uma amplitude e frequência correspondente à vibração. Essas vibrações são transmitidas à cadeia ossicular, que vibra em torno de um eixo que passa próximo à articulação do martelo com a bigorna. Isso faz a janela oval vibrar, e as ondas sonoras são, então, transmitidas para o líquido existente no interior do ouvido interno. Os ossículos do ouvido médio só transmitem corretamente o som, quando as pressões nas duas faces da membrana timpânica forem iguais (Houssay, 1984).

Em resumo, os ossículos constituem um mecanismo que transmite os movimentos da membrana timpânica, amplia-os em força e os transporta à pequena área da base do estribo na janela oval e, com movimentos pendulares, transmite energia mecânica ao interior do ouvido interno.

Diante dos estímulos pouco intensos, os ossículos realizam movimentos mais suaves, ocasionando menor rigidez na membrana timpânica, com maior vibração. Com estímulos mais intensos, ocorre o oposto. Este fato é particularmente importante, porque o aumento de tensão da membrana timpânica protege a cóclea dos efeitos nocivos dos deslocamentos de ar, verificados durante explosões, por exemplo. A membrana timpânica e a cadeia ossicular servem também, como um dispositivo de equalização da impedância. O ouvido tem que detectar as ondas sonoras no ar, mas o mecanismo de transdução neural depende dos movimentos estabelecidos no líquido contido dentro da cóclea. Assim, as ondas de pressão sonora no ar têm que ser convertidas em ondas de pressão no líquido, isto é, os estímulos mecânicos devem ser convertidos em estímulos hidráulicos devido à existência dos líquidos no órgão de Corti. A eficiência da equalização da impedância é suficiente para aumentar a audição de 10 a 20dB (Berne e Levy, 1996).

O ouvido médio desempenha, ainda, outras funções. Dois músculos são encontrados no seu interior, denominados tensor do tímpano e o estapédio. O primeiro preso à membrana timpânica, enquanto o segundo, preso ao estribo. Os estímulos muito intensos, como já

mencionado, provocam reflexo que ativa esses músculos, tornando mais rígida a cadeia ossicular, reduzindo, portanto, a transmissão sonora. Este reflexo, contudo, não consegue proteger os ouvidos de sons intensos abruptos (explosão, tiro) por ser de tempo de duração muito reduzido. O músculo tensor do tímpano traciona o cabo do martelo para dentro, enquanto o músculo estapédio traciona o estribo para fora. Esses dois esforços opõem-se entre si, fazendo com que a cadeia ossicular desenvolva alto grau de rigidez, reduzindo, assim, a condução dos estímulos de baixa frequência, sobretudo daqueles abaixo de 1000Hz. Segundo Ganong (1989), este reflexo de atenuação pode reduzir a intensidade da transmissão do som de 30 a 40dB. A função desse mecanismo é dupla:

- proteger a cóclea de vibrações danosas causadas por sons excessivamente altos; e,
- mascarar sons de baixa frequência em ambientes ruidosos.

Um outro componente muito importante do ouvido médio é a trompa de Eustáquio, que é um conduto que comunica o ouvido médio com a faringe. Por ela se renova o ar no interior da caixa timpânica ou ouvido médio, garantindo o equilíbrio entre a pressão e o meio exterior. Quando se deglute, a trompa de Eustáquio se abre e em consequência o ar contido no ouvido médio é renovado, restabelecendo o equilíbrio de pressão e gerando, por sua vez, o conforto desejado. Berne e Levy (1996) afirmam que havendo bloqueio da trompa de Eustáquio, o equilíbrio fica comprometido, resultando em desconforto (dor, zumbido, perda auditiva), e até rompimento da membrana timpânica.

### **2.11.3. Ouvido Interno**

O ouvido interno é constituído pela cóclea e o aparelho vestibular. Devido a sua grande complexidade, é também, chamado de labirinto (Ganong, 1989). O labirinto ósseo é uma série de canais na parte petrosa do osso temporal. Dentro destes canais, rodeado por um líquido chamado perilinfa, rico em sódio, está o labirinto membranoso. Este, por sua vez, é preenchido por outro líquido chamado endolinfa, rico em potássio, não havendo nenhuma comunicação entre o espaço que contém este e o outro. Segundo Gelfand (1998) as células ciliadas da cóclea estão envolvidas por um terceiro tipo de fluido chamado de cortilnfa, possuindo alta concentração de sódio.

As propriedades físicas do meio no qual uma onda sonora se propaga são de grande importância, destacando-se entre elas, a impedância. Define-se impedância como sendo a razão entre a amplitude da variação da pressão e a amplitude da variação da velocidade de propagação de um volume de ar. Goldstein (1978) argumenta que uma das funções principais da membrana timpânica e da cadeia ossicular do ouvido médio é superar a diferença existente entre as impedâncias dos dois meios (ouvido médio e ouvido interno).

Atualmente, danos causados ao ouvido interno são irreparáveis, e podem ser causados por exposições prolongadas a níveis elevados de ruído. Para discutir a área central de interesse da perda auditiva induzida pelo ruído, a estrutura do ouvido interno deve ser examinada em alguns detalhes.

#### **2.11.3.1. A cóclea**

A cóclea é um sistema de tubos enrolados em forma de caracol, com cerca de 35mm de comprimento e que no homem dá duas voltas e meia, aproximadamente. Em todo o seu comprimento, estão dispostos três diferentes tubos enrolados lateralmente: a escala vestibular, a escala média e a escala timpânica. A escala vestibular e a escala média estão separadas pela membrana de Reissner; a escala timpânica e a escala média estão separadas pela membrana basilar. A escala vestibular e a escala timpânica encontram-se preenchidas com o líquido aquoso chamado perilinfa, e comunicam-se entre si no ponto mais elevado da cóclea através de uma pequena abertura chamada helicotrema. Na base da cóclea, a escala vestibular termina na janela oval que é fechada pela base do estribo, conhecida também pelo nome de platina. A escala timpânica termina na janela redonda, uma abertura na parede mediana do ouvido médio a qual é fechada por uma flexível membrana secundária. A escala média tem sua continuidade próxima às outras duas e encontra-se preenchida com o endolinfa. Sobre a superfície da membrana basilar, apóia-se o órgão de Corti.

#### **2.11.3.2. O órgão de Corti**

O órgão de Corti é o receptor que gera impulsos em resposta às vibrações provenientes da membrana basilar. Na realidade, os verdadeiros receptores sensoriais no órgão de Corti, segundo Guyton e Hall (1998), são as células ciliadas internas e externas Figura 2.3.

As células ciliadas nele contidas estão dispostas em quatro fileiras, sendo três de células externas em torno de 20000 e uma de células internas em torno de 3500. As células ciliadas internas parecem ser as células sensoriais primárias, que geram os potenciais de ação nos nervos auditivos e, presumivelmente, são estimuladas pelos movimentos dos fluidos perilinfa e endolinfa. Segundo Guyton e Hall (1998), existem evidências de que as células ciliadas externas melhoram a audição pela influência dos padrões vibratórios da membrana basilar, mas o mecanismo exato que altera o padrão ainda é desconhecido.

As bases e os lados das células ciliadas fazem sinapse (ligação) com uma rede de terminações nervosas cocleares. As fibras nervosas de todas as terminações vão para o gânglio espiral de Corti que fica no centro da cóclea. O movimento da membrana basilar faz com que os cílios se movimentem, também, de modo que as células ciliadas são excitadas sempre que a membrana basilar vibra. Os sinais auditivos são transmitidos, sobretudo pelas células ciliadas internas, apesar do número superior de células ciliadas externas.

A membrana basilar é fibrosa e separa a escala média da timpânica. Contém cerca de 20.000 a 30.000 fibras basilares. Estas fibras são estruturas rígidas elásticas, que estão fixadas nas suas extremidades basais à estrutura óssea central da cóclea, mas encontram-se livres nas suas extremidades opostas, tendo, portanto, diferentes graus de liberdade.

A fibra basilar, representada na Figura 2.4, se deixa atravessar pela onda sonora, todavia, o seu comportamento não é uniforme e depende da frequência. Assim, uma onda de alta frequência alcança pequena distância antes de extinguir-se, enquanto uma de baixa frequência consegue percorrer toda a fibra antes de sua extinção.

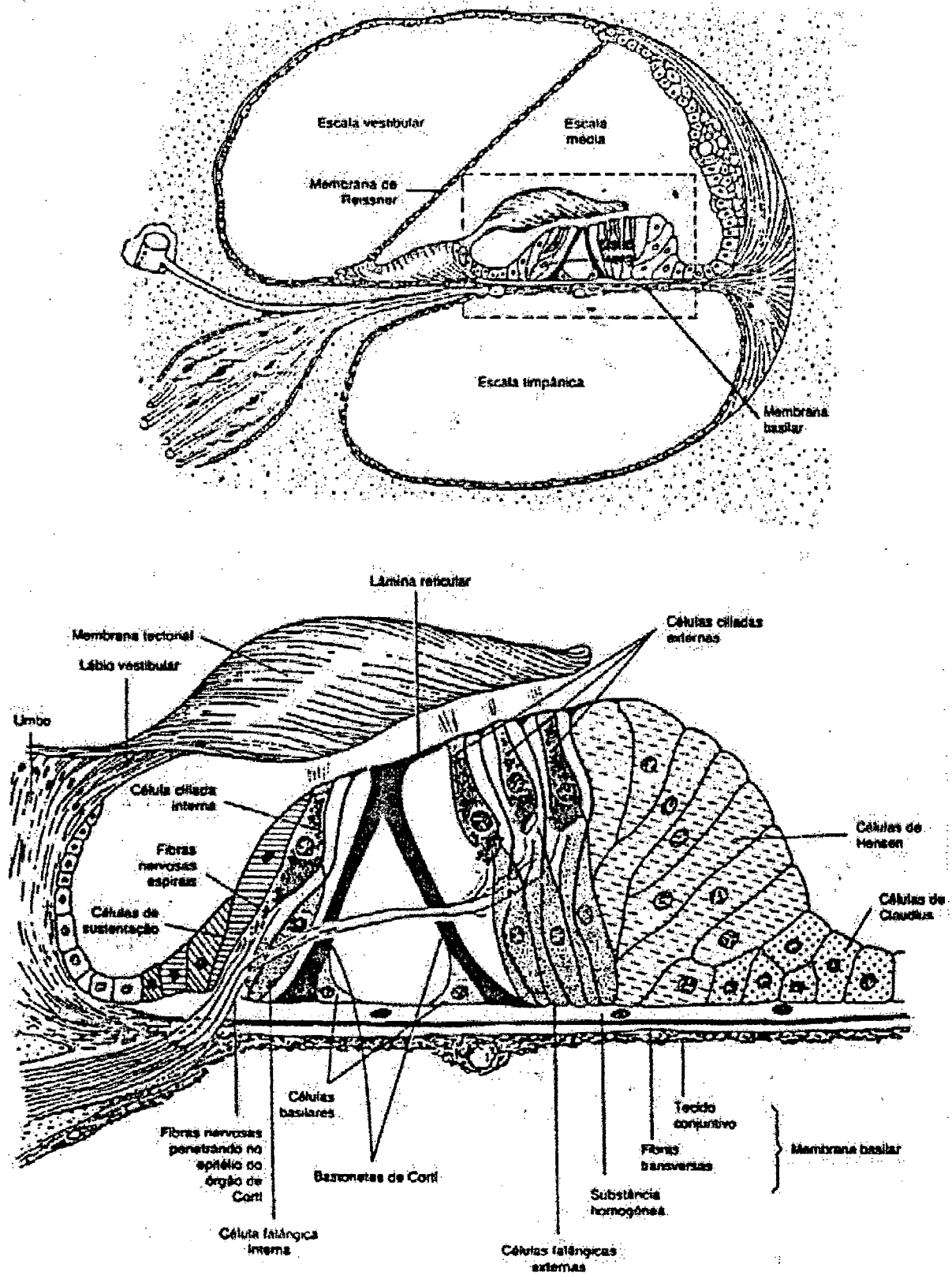


Figura 2.3 – Representação do órgão de Corti (Fonte: Berne e Levy, 1990).

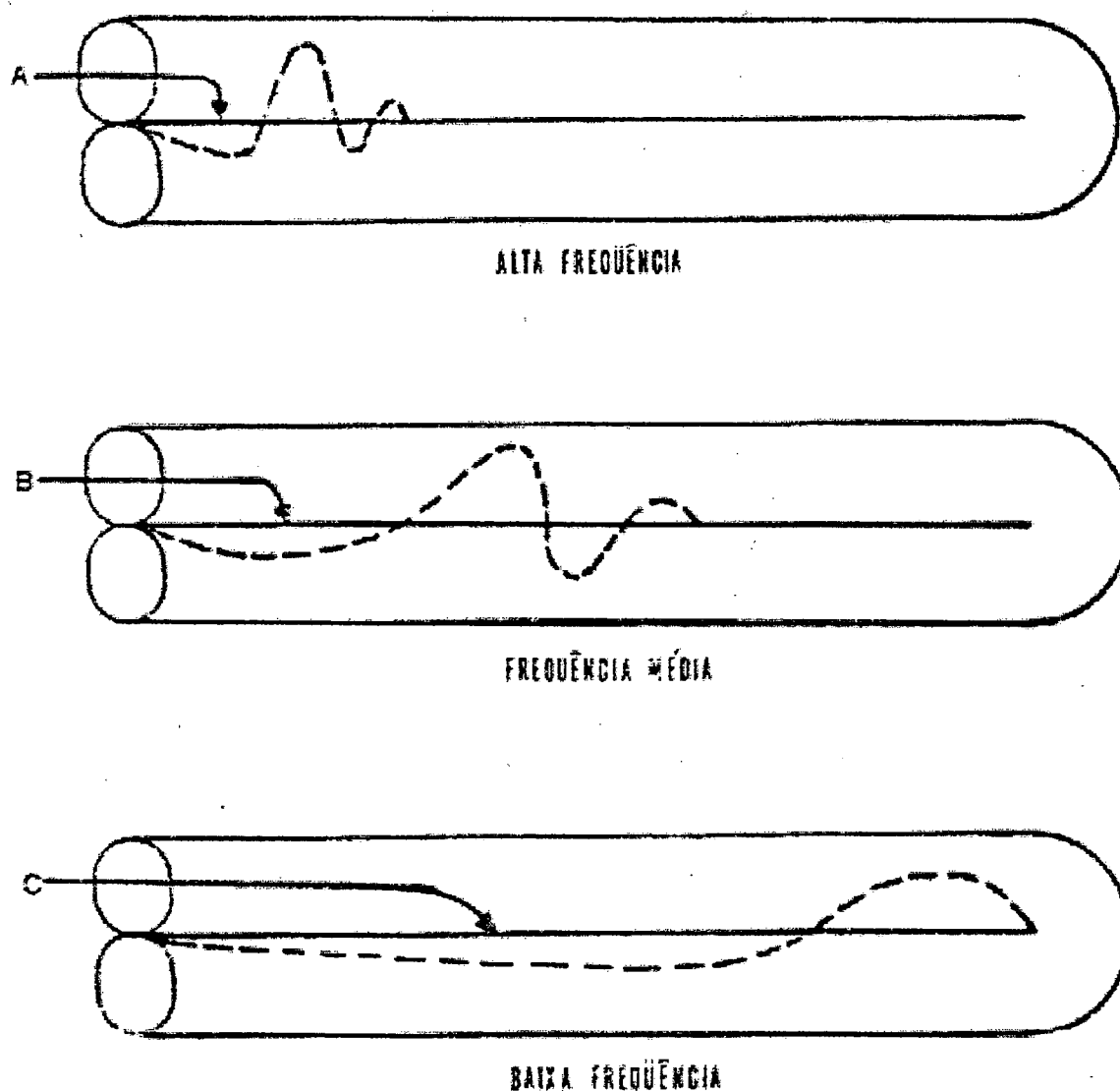


Figura 2.4 – Ondas de propagação ao longo da fibra basilar. (Fonte: Guyton e Hall, 1998).

### 2.11.3.3. Localização das frequências na cóclea

O ouvido converte os estímulos sonoros do ambiente externo em impulsos elétricos de ação nos nervos auditivos. As ondas são transformadas pela membrana timpânica e cadeia ossicular do ouvido médio, em movimentos da janela oval. Estes movimentos provocam ondas no líquido contido no ouvido interno e sua ação sobre o órgão de Corti gera impulsos elétricos de ação nas fibras nervosas ou rede neural.

Quando a base do estribo se move para dentro contra a janela oval, a janela redonda tem que se tornar proeminente para fora porque a cóclea é limitada em todos os outros lados pelas paredes ósseas (Guyton e Hall, 1998).

As vibrações sonoras entram na escala vestibular a partir da ação da base do estribo sobre a janela oval, conforme mostra a Figura 2.5.

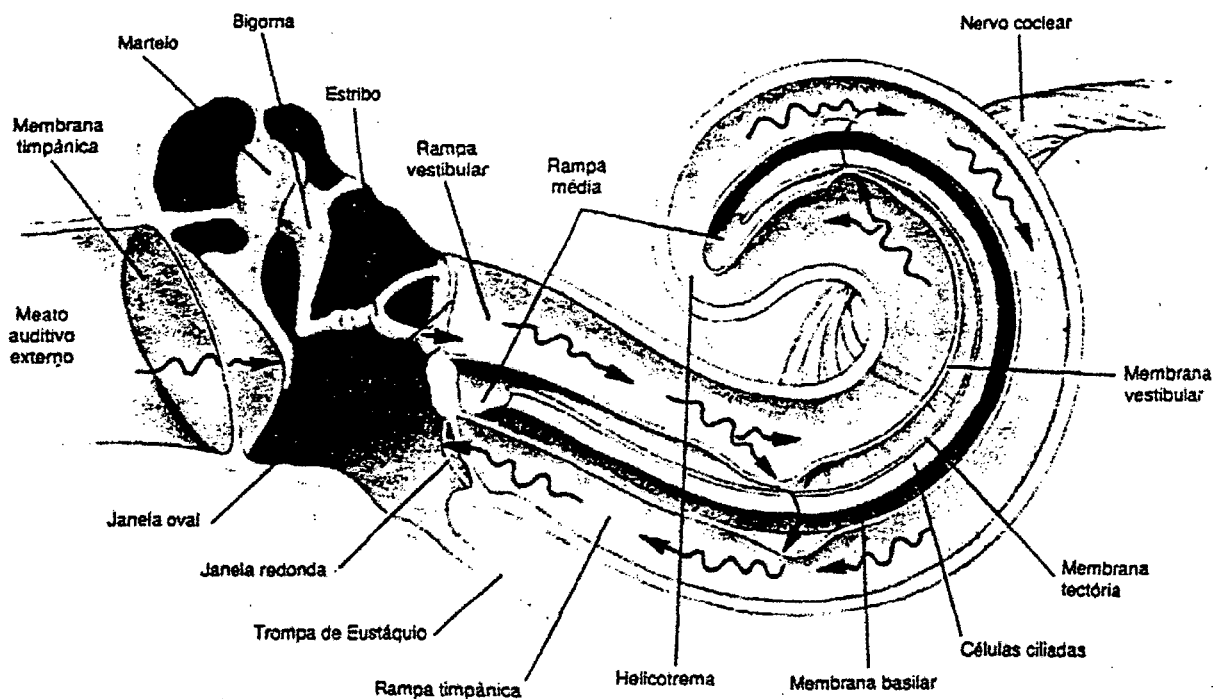


Figura 2.5 – Efeito das ondas sonoras sobre as estruturas da cóclea. (Fonte:Houssay,1984).

Quando a onda de energia sonora entra na escala vestibular pela janela oval, ela não faz com que apenas uma fibra nervosa vibre, mas gera movimento propagado de oscilações, para cima e para baixo, da membrana basilar. Essa onda transmite a maior parte de sua energia para a região da membrana basilar com frequência ressonante mais próxima da frequência específica da onda sonora, produzindo, assim, a máxima amplitude de toda a membrana basilar, como pode ser visto na Figura 2.6.

O limiar de percepção auditiva para indivíduos adultos, com audição considerada normal, é mostrada pela curva inferior da Figura 2.7 do conjunto de curvas isofônicas.

A região de maior sensibilidade está compreendida entre 2000 a 5000Hz. À medida que a intensidade sonora é aumentada acima do valor limiar, a altura ou magnitude da sensibilidade auditiva aumenta. Próximo de 120dB o estímulo sonoro começa a ser sentido como sensação de desconforto. Este limiar de sensação é indicado na Figura 2.7 pela a curva mais alta. Níveis ainda mais altos causam sensação de cócegas ou picadas e podem produzir dor se ultrapassarem 140dB.



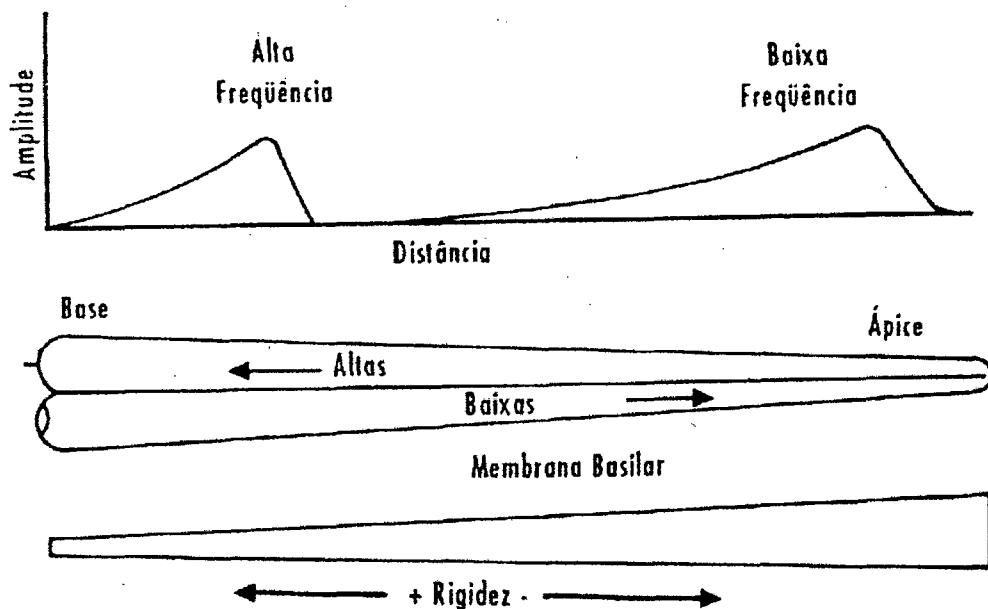


Figura 2.6 – Desempenho da membrana basilar para diferentes freqüências dos estímulos sonoros (Fonte: Santos et al, 1994).

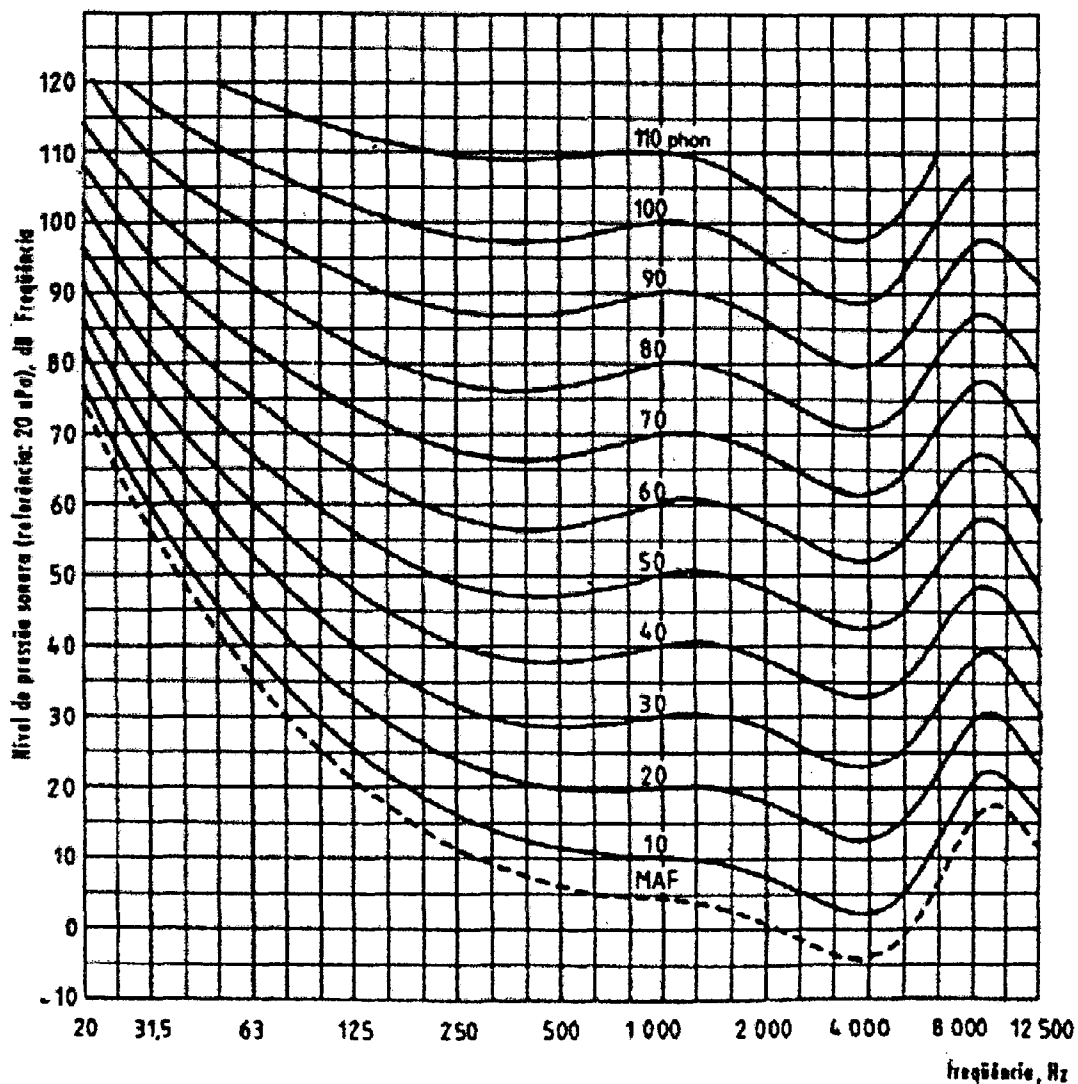


Figura 2.7 – Curva de igual sensação de percepção do som e do mínimo campo audível para tons puros. Curva de Minimum Audible Field (MAF). Phon é o nível de audibilidade. (Fonte: Santos, Matos, Morata et al, 1994).

Houssay (1984) menciona que a função normal da audição é tão importante para a personalidade e o caráter do indivíduo, que a surdez pode repercutir sobre ambos e causar doenças, neuroses ou alterações psíquicas muito sérias.

Um dos fatos notáveis na fisiologia do sistema auditivo é sua breve e transitória fatigabilidade com a entrada contínua de sons e ruídos. Sua duração, segundo Houssay, varia com a frequência do estímulo, cuja maior duração corresponde aos tons mais agudos.

## 2.12. Mudança Temporária do Limiar Auditivo

A mudança temporária do limiar, denominada por *Temporary Threshold Shift – TTS*, resulta em alterações dos limiares auditivos que, nos indivíduos considerados com audição normal, não superam a 40dB(A), Burns, 1973; Kryter, 1983. Tais alterações são variáveis com as frequências de excitações do estímulo sonoro, cujos desvios mais acentuados ocorrem entre 4 e 6kHz. O período gasto na recuperação dos limiares é mais prolongado do que aquele de instalação da fadiga auditiva durante horas, até que os limiares retornem completamente ao normal. A recuperação dos limiares, de acordo com estudo realizado por Merluzzi (apud Santos et al, 1994), obedece a um andamento proporcional ao logaritmo do tempo, sendo que a maior parte da TTS se recupera nas primeiras duas a três horas. O restante poderá levar até dezesseis horas, dependendo do estímulo recebido pelo indivíduo.

É comum experimentar-se um período de queda na sensibilidade auditiva, a qual dura por algum tempo após a exposição a altos níveis de ruído. Segundo Gelfand (1998), esta redução sensitiva denominada como Mudança Temporária do Limiar é como se experimentar um período de queda na sensibilidade auditiva, a qual pode durar por um período de aproximadamente dezesseis horas após o tempo de exposição, tendo a partir daí um melhoramento gradual. O autor menciona que a fadiga pós-estimulatória denota ser uma manifestação das mudanças temporárias nas células sensoriais (*ciliadas*), como resultado da exposição aos estímulos estressantes do ruído.

Segundo o comentário de Moller (1977), o primeiro efeito notável da exposição a um som intenso é uma elevação dos limiares auditivos, experimentados logo após o término da exposição. De acordo com o autor, o grau da TTS, bem como da PTS, são funções primárias da intensidade e duração do ruído, mas depende, ainda, de outros fatores. Seguindo provavelmente esta linha de raciocínio, Miyakita e Ueda (1997) ratificam o comentário de Moller dizendo que vários fatores, como envelhecimento, estilo de vida, otites, lesões na

cabeça e o consumo de drogas ototóxicas, estão envolvidos no desenvolvimento da perda auditiva. A percepção de prevenção do dano auditivo ainda não é sentida por grande parte dos indivíduos, trabalhadores em indústrias ruidosas.

Gasaway (1985) cita que a fadiga auditiva é observada quando mudanças nos níveis auditivos são verificadas 2 (dois) minutos ou mais após o estímulo sonoro que provocou a mudança ter cessado. A quantidade da mudança do limiar auditivo, após uma dada exposição em que a verificação foi executada após dois minutos, é freqüentemente expressa por TTS<sub>2</sub>.

### 2.13. Mudança Permanente do Limiar Auditivo

A mudança permanente do limiar auditivo denominada por *Permanent Threshold Shift – PTS*, é encontrada freqüentemente entre trabalhadores do setor industrial, submetidos a exposições de alta intensidade durante períodos relativamente longos.

Atualmente, embora exista bastante conhecimento sobre os danos que a exposição provoca ao sistema auditivo do trabalhador, infelizmente, ocorre ainda, em muitos deles a mudança permanente do limiar, que caracteriza uma perda auditiva permanente induzida pelo ruído. O enfraquecimento auditivo ocorre de um modo significativamente lento, dentro de vários anos com exposições excessivas ao ruído, ao longo de cada jornada de trabalho, por isso o trabalhador desavisado não percebe a sutileza de tal perigo. Uma outra causa desta falta de percepção é que o ruído raramente se apresenta com sintomas de dores, e caso este fenômeno ocorra, este diminui ou desaparece tão logo o estímulo cesse. Deste modo, pode-se ver que o prejuízo auditivo causado pela exposição ao ruído ocupacional, associado ao estilo de vida resulta em várias alterações.

Gasaway (1985) diz que vários indícios aparecem durante os estágios recentes da perda auditiva induzida pelo ruído:

- a mudança é bilateral, com um ouvido um tanto mais envolvido do que o outro;
- a perda, ou mudança, ocorre dentro da faixa auditiva acima de 2000Hz;
- a primeira mudança é mais pronunciada em 4000Hz, e depois em 3000Hz e 6000Hz;
- o indivíduo não nota, inicialmente, a mudança, pois ela não envolve dramaticamente a faixa de audição da fala (500-2000Hz); e,
- o indivíduo pode notar um som estridente (Tinnitus/Zumbidos).

Deve-se sempre lembrar que as mudanças permanentes do limiar, induzidas pelo ruído, são de caráter irreversível, não podendo ser corrigidas mesmo por procedimentos médicos ou cirúrgicos.

#### **2.14. Características Físicas do Ruído Relacionadas à Perda Auditiva**

Os efeitos do ruído são determinados, principalmente, pela duração, nível de intensidade e a frequência. Exposições de longa duração e altos níveis são as mais danosas à audição e geralmente as mais incomodantes. Além das características acima mencionadas, existem outros fatores que contribuem para o grau de extensão da perda auditiva induzida pelo ruído.

Plomp, Gravendeel e Mimpfen (1963) afirmam que a fim de se obter um entendimento adequado da vinculação entre a exposição ao ruído e a perda auditiva, tem-se que investigar sua relação com o tempo de exposição, o espectro sonoro e o tipo de ruído.

Barr e Miller (apud Carnicelli, 1988) afirmam que existem três fatores que influenciam diretamente na aquisição de deficiência auditiva induzida pelo ruído: o nível de pressão sonora, o tempo de exposição e a suscetibilidade individual. A mesma autora cita Melnick (1979) que enumera, também, três fatores que vão influenciar diretamente no desenvolvimento da perda auditiva ocupacional: o espectro do ruído, os anos de exposição e a suscetibilidade individual.

Tamura (apud Jarjura Jr., 1993), por sua vez, destaca quatro fatores responsáveis pela lesão neurosensorial: intensidade sonora, duração da exposição, frequência do sinal e suscetibilidade individual.

Yerg (1975) argumenta que um estudo detalhado, relacionando perda auditiva e exposição ao ruído, exige sua relação com as características temporais da exposição, duração e extensão da exposição, e história pregressa do trabalhador sobre sua exposição ao ruído.

Numa pesquisa realizada por Axelsson (1979), o autor cita que muitos fatores têm sido alegados como contribuintes do risco da perda auditiva induzida pelo ruído, tais como: alta intensidade, longa duração, alta frequência, tons puros, vibrações simultâneas e suscetibilidade. Além disto o autor adverte que a intensidade e a duração contribuem de modo razoavelmente similar para o desenvolvimento da perda auditiva induzida pelo ruído.

Colleoni, Fiss, Toldo et al (1981) citam que as alterações auditivas devidas à exposição ao ruído têm relação com a frequência, intensidade, duração e o ritmo do barulho (ruído) traumatizante.

Szanto e Ionescu (1983) afirmam, tão-somente, que os efeitos da exposição ao ruído industrial dependem, também, de outros fatores, como o espectro do ruído, a intensidade e a duração.

Kent, Gierke e Tolan (1986), por sua vez, estimando a audição de um grupo de pilotos, concluíram que o volume de perda auditiva era dependente da duração da exposição diária do dispositivo de proteção auditiva e do número de anos de voo.

Sato (1988), estudando sobre exposição sonora, comenta que o incômodo ao ruído parece diferir em concordância com os fatores físicos do nível de pressão sonora, frequência, padrão de exposição e presença ou ausência de ruído de fundo.

Por outro lado, Kjellberg (1990) afirma que várias características físicas do ruído têm sido extensamente discutidas, dentre elas, o nível sonoro, frequência, tempo de exposição, variabilidade temporal e duração.

A AAOO-American Academy of Ophthalmology and Otolaryngology (apud Melnick, 1980) enfatiza os quatro maiores fatores que têm sido encontrados, os quais contribuem para os danos provocados pelo ruído, que são: espectro do ruído, nível global, duração total e padrão temporal da exposição.

### **2.15. Riscos Associados aos Ruídos de Baixa Frequência**

O ruído de baixa frequência é muito comum no ambiente de trabalho na faixa de 20 a 200Hz. Suas fontes mais comuns são: ventiladores, bombas, compressores, geradores, veículos pesados, dentre outras. Ele se torna muito incômodo, pois pode ser ouvido a distâncias consideravelmente longas, em virtude do seu grande comprimento de onda, bem como o reduzido poder de atenuação do meio no qual se propaga. Vários autores afirmam que o ruído de alta frequência tende a ser muito mais prejudicial ao sistema auditivo e mais incomodante do que o de baixa frequência (Burns, 1973; Peterson e Gross, 1978; Harris, 1979).

Burns (1973) menciona que este tipo de ruído apresenta algumas características intrigantes e que sua existência e efeitos devem ser considerados seriamente. O autor cita o trabalho de Mohr e colaboradores, em cujo estudo se propôs a investigar o nível de tolerância do organismo a tais exposições, onde os ruídos de banda estreita na faixa de baixa frequência, regularmente produziram vibrações na parede torácica e alterações na ritmia respiratória. Nas exposições às frequências de 50-100Hz, o nível de tolerância subjetiva mostrou-se acentuado.

Segundo Webb (1978) o grau de incômodo não está necessariamente relacionado apenas à intensidade sonora. O autor menciona que ruídos de baixa frequência podem afetar o senso de equilíbrio, causar fadiga, irritação e náuseas.

Price (apud Suter, 1991) afirma que os ruídos impulsivos de baixa frequência produzem danos significativamente menores do que aqueles na faixa de média a alta frequência. Afirma, ainda, que o ouvido humano parece ser mais suscetível ao ruído impulsivo com picos em volta de 4kHz.

De acordo com Berglund, Hassmén e Job (1996) ruído de baixa frequência “*é um som desagradável contendo componentes principais dentro de uma faixa específica de frequência*”. A falta de atenuação por paredes e outras estruturas, e por causa dos seus níveis altamente penetrantes, fazem deste tipo de ruído um fator crítico para a saúde do trabalhador. Mencionam, ainda, que o ruído de baixa frequência, além dos efeitos diretos sobre a audição, têm, também, efeitos sobre os sistemas vestibular, respiratório, e cardiovascular; incomoda o sono e a comunicação; age negativamente sobre o desempenho e a cognição. A faixa de frequência para ação dos ruídos de baixa frequência sobre o organismo humano de maior interesse é de 0,5 a 200Hz. Berglund, Hassmén e Job afirmam mais, que estes ruídos produzem alterações, também, no sistema endócrino. Essas alterações, se prolongadas dão origem a efeitos significativos no estado de saúde do indivíduo.

## **2.16. Vibração Associada ao Ruído no Ambiente de Trabalho**

Nesta revisão bibliográfica, também se pôde verificar que a vibração desenvolve efeitos semelhantes ao ruído e, assim, aumentar os riscos de perda auditiva em muitos ambientes industriais, numa variedade de situações onde o trabalhador desenvolve sua jornada de trabalho.

As interações entre ruído e vibração têm sido estudadas durante vários anos. Segundo Hamernik, Ahroon e Davis (1989) um dos primeiros estudos, envolvendo discussões a respeito dos efeitos do ruído e vibração relacionados à audição, foi escrito por Temkin em 1933, e que mais tarde Wittmaack, propôs que vibrações produzidas estruturalmente são um fator importante na etiologia da perda auditiva induzida pelo ruído.

A atenção que deve ser dispensada aos danos provocados à audição devido às interações entre o ruído e a vibração consiste no fato de que, como o sistema vestibular contém os receptores primários sensíveis e sujeitos às amplitudes de vibração (deslocamento e

aceleração), e desde que este sistema encontra-se intimamente ligado à cóclea, é natural ter-se conhecimento a respeito dos efeitos de vibrações sobre o sistema auditivo.

O estudo realizado por Humes (1984) aponta quatro investigações que têm examinado o assunto a respeito das interações entre ruído e vibração. Segundo o autor, duas dessas investigações foram desenvolvidas por Osaka et al (1972) e Yokoyama et al (1974) as quais foram aplicadas em pessoas, enquanto as outras duas, desenvolvidas por Hamernik et al (1980) foram aplicadas em cobaias. O autor comenta, ainda, que apesar das divergências experimentais e dos métodos empregados, todos relatam que a perda auditiva é muito maior para exposições interagindo com a vibração, do que separadamente.

## 2.17. Suscetibilidade e Exposição ao Ruído

No Novo Dicionário da Língua Portuguesa, Aurélio (1986) define suscetibilidade como:

*“Tendência para sentir influências ou contrair enfermidades; disposição do temperamento do indivíduo que o faz reagir de maneira muito pessoal à ação dos agentes externos; maneira de ver, sentir e reagir própria de cada pessoa”.*

Uma das características da perda auditiva induzida pelo ruído é que as exposições de longa duração e com nível de alta intensidade provocam danos mais severos ao sistema auditivo. Uma outra característica é a existência de uma larga faixa de diferenças individuais na sensibilidade a qualquer exposição.

Segundo Suter (1991), vários fatores têm sido propostos para explicar estas diferenças na perda auditiva induzida pelo ruído. É importante a distinção desses fatores, cujas tarefas na determinação da suscetibilidade são suportadas por um corpo consistente de teorias e evidências empíricas de outros fatores. As mudanças temporárias e permanentes dos limiares em respostas a uma dada exposição intensa ao ruído, diferem de 30-50dB entre os indivíduos. As pesquisas tanto em animais, quanto no gênero humano quando expostos ao ruído de alta intensidade, principalmente os industriais têm demonstrado diferentes variações na suscetibilidade. Ainda, de acordo com Suter (1991) outros fatores estão teoricamente associados com as diferenças na suscetibilidade individual:

- A transferência acústica ineficiente através do ouvido externo e médio, como um determinante do volume da energia ligada à estrutura do ouvido interno; e,
- Perda auditiva preexistente, a qual pode implicar que menor perda adicional ocorre se a estrutura sensível do ouvido já estiver comprometida.

Kryter (1983) argumenta que uma razão primária por que a perda auditiva em mulheres é geralmente de valores inferiores a dos homens numa sociedade industrializada, é que os homens, no trabalho ou fora dele, expõem-se a intensidades mais elevadas de sons e ruídos do que as mulheres, e, portanto, sofrem de maiores perdas auditivas induzidas pelo ruído.

Burns (1973) afirma que os efeitos variados da mesma exposição ao ruído sobre a audição de diferentes pessoas têm estimulado muita especulação sobre os possíveis modos de estimar a suscetibilidade de um modo quantitativo. Daí se tem suposto que a suscetibilidade à TTS está correlacionada com a suscetibilidade à perda auditiva ocupacional.

Yanz e Abbas (1982) avaliam que a suscetibilidade à perda auditiva induzida pelo ruído é conhecida como consideravelmente variável entre os indivíduos, e que vários estudos sugerem que a idade é um fator determinante da suscetibilidade.

Melnick (1980) cita que alguns indivíduos, embora expostos às mesmas condições de ruído, podem experimentar maiores perdas auditivas, enquanto outros não são afetados no todo.

Poucos são os estudos que abordam sobre suscetibilidade relacionada aos efeitos indiretos do ruído como agente estressor. A maioria deleita-se muito mais em abordar a respeito dos efeitos diretos. Miller (1974) argumenta que é quase certo que o ruído de alto nível pode reagir como um estressor, produzindo alterações orgânicas associadas à síndrome de adaptação geral.

É evidente que a suscetibilidade auditiva tem um componente de agrado ou desagrado em relação ao estímulo sonoro, daí a sua importância psicológica com influências marcantes sobre os padrões de comportamento do indivíduo.

Smith (1991) ao se referir sobre os efeitos indiretos do ruído declara que este age como um estressor não específico com a estimulação primária conduzindo à mudanças no sistema de ativação reticular. França e Rodrigues, por sua vez, mencionam que ao se investigar a influência de um agente estressante, deve-se estudar não apenas o estímulo estressor e a resposta manifestada, mas também, a maneira pela qual o indivíduo reage a esse estímulo levando em consideração as características individuais de cada um.



## 2.18. Perda Auditiva Induzida Pelo Ruído-P.A.I.R.

O efeito principal da exposição a alto nível de ruído é a perda auditiva induzida pelo ruído. Esta exposição, contudo, não se limita apenas ao ambiente ocupacional. O serviço militar, o esporte e o lazer, também são importantes fatores na causalidade deste tipo de perda auditiva.

O dano que ocorre sutilmente durante anos de exposições contínuas a altos níveis de ruído é acompanhado por várias mudanças na estrutura das células sensoriais, resultando em perda auditiva e zumbido. Todavia, a perda auditiva induzida pelo ruído pode ser prevenida pelo uso regular de protetores (<http://healthlink.mcw.edu/article/965928293.html>)

Segundo o Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva, perda auditiva induzida pelo ruído relacionada ao trabalho é: *“uma diminuição gradual da acuidade auditiva, decorrente da exposição continuada a níveis elevados de ruído”*, Seligman, (1993).

Na maioria dos países, o ruído é o agente de maior prevalência no ambiente ocupacional. Miranda e Dias (1998) afirmam que essa situação, aqui no Brasil, não é diferente daquela de outros países. As perdas auditivas, decorrentes da lesão de células sensoriais situadas no órgão de Corti, em geral é de caráter bilateral, com uma evolução insidiosa, com perdas dos limiares de modo progressivo e muitas vezes irreversível. Muitos estudos têm discorrido a respeito de estimativas referentes ao número de trabalhadores expostos aos estímulos sonoros de intensidade capaz de gerar prejuízos auditivos, que se acumulam em milhões de trabalhadores (Rilley, 1979; Kjellberg, 1990; Ries, 1994; Garcia, 1997).

A Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (P.A.I.R.) é um dos efeitos óbvios e quantificáveis da exposição excessiva aos níveis de ruído. O seu progresso praticamente não é notado, isto é, ela se desenvolve lentamente abrangendo um longo período, de modo que o trabalhador, inicialmente não se acha consciente de sua deficiência. Por ser capaz de continuar a ouvir sons normais na faixa de frequência da fala, de 250 a 2000Hz sem maiores dificuldades, este não tem consciência de que não pode distinguir frequência mais alta como ocorrem na conversação normal. Ela geralmente é bilateral e é acompanhada de queixas por parte do indivíduo.

Enquanto no primeiro instante as perdas são de caráter temporário, como anteriormente comentado, com o passar do tempo essas vão se tornando permanentes, após a extensão dos períodos de exposições, quando já não há condições de tratamento médico para neutralizar ou reduzir tal efeito.

De acordo com os argumentos de Miller (1974), Evans e Cohen (1987) e Malathi (2001) o ruído pode ser uma fonte de estresse quando o seu nível está acima de determinados valores ou quando o indivíduo encontra-se exposto a ruído de longa duração no seu ambiente de trabalho. Assim, o desempenho de atividades laborais em ambientes ruidosos pode resultar em vários efeitos biológicos e psicológicos, em adição à clássica perda auditiva induzida pelo ruído. Além da perda auditiva, outros efeitos como zumbido, interferência com a comunicação, interrupção do desempenho de atividades, incômodo, e efeitos extra auditivos poderão acontecer.

A perda auditiva induzida pelo ruído prejudica a qualidade de vida, causando redução da capacidade auditiva para ouvir sinais sonoros importantes, como o da conversação familiar e com outros indivíduos. A exposição diária de novas doses de ruído sobre o aparelho auditivo que não tenha recuperado seus limiares tem como resultado o agravamento das alterações que atingem o ouvido interno ao nível da cóclea e até das fibras nervosas. O que acontecerá se tais exposições acontecem de modo repetido por cinco dias na semana, cinquenta e duas semanas por ano, e ano após ano? O resultado pode ser visto na Figura 2.8, onde as curvas indicam que na faixa das frequências mais agudas, a evolução da perda nos primeiros dez ou quinze anos de exposição é muito mais acentuada do que nos anos posteriores.

A deficiência auditiva induzida pelo ruído, também, resulta de trauma acústico ou pode ser produzida pelo efeito cumulativo de repetidas exposições durante muitos anos.

Moline, Gunderson e Catalano (1997), em destacado estudo procuraram determinar a existência do risco de perda auditiva entre trabalhadores em clubes, além daquele existente entre os próprios músicos de bandas. Foram medidos os níveis de pressão sonora em oito clubes e examinada a influência do ruído em 31 trabalhadores, sendo utilizado um questionário como instrumento de pesquisa. O nível de pressão sonora nos vários ambientes variou entre 94,9 a 106,7dB(A). Os autores concluíram que os trabalhadores, realmente estão sob risco substancial de desenvolverem P.A.I.R., devido à exposição crônica ao ruído a níveis tão elevados, aos quais estão sujeitos durante a jornada de trabalho.

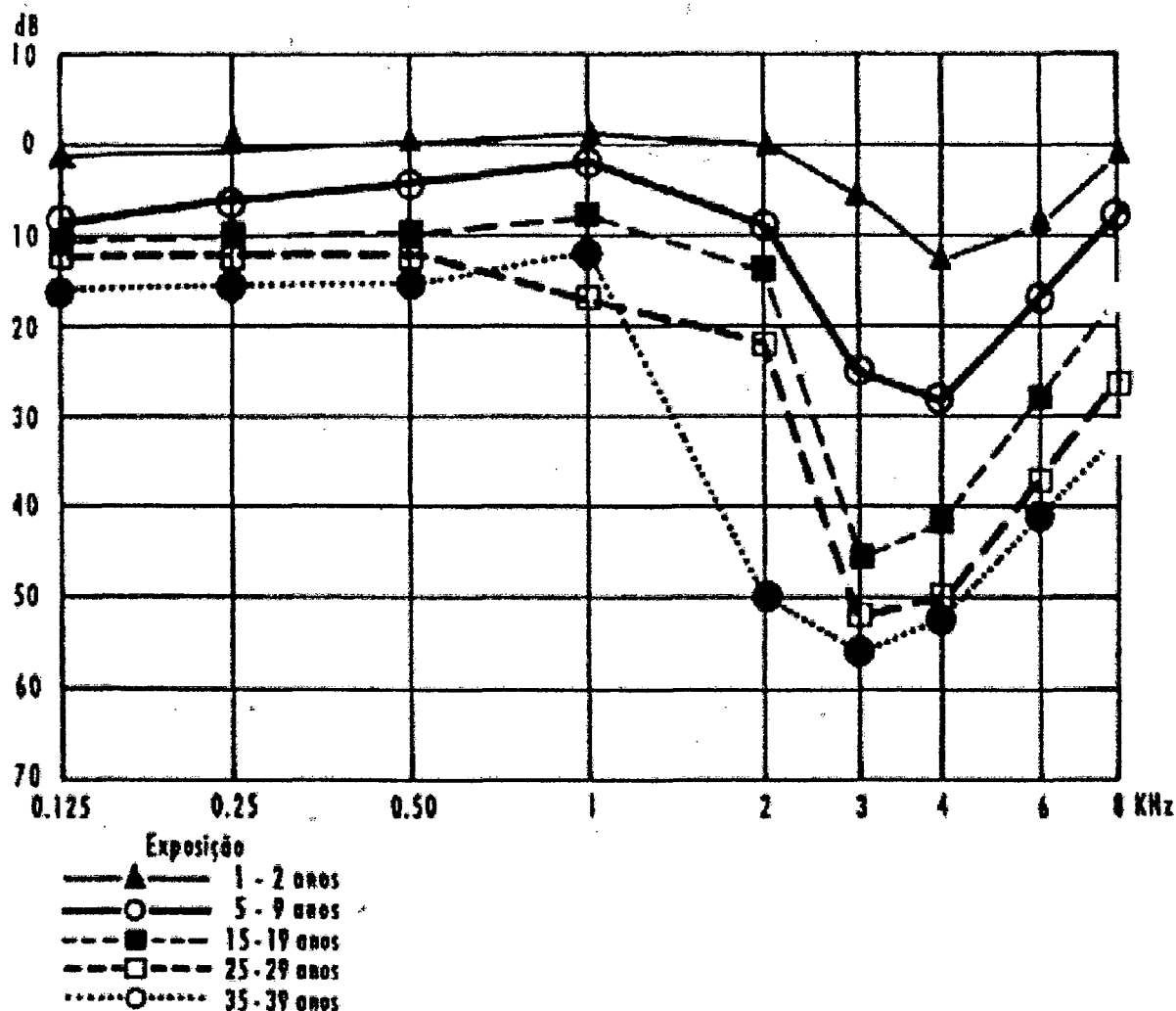


Figura 2.8 – Evolução da alteração do limiar auditivo com o tempo de exposição. (Fonte: Santos, Matos, Morata et al, 1994).

O conhecimento dos efeitos do ruído sobre a sensibilidade auditiva no local de trabalho é de grande importância. É interessante perceber que os parâmetros que caracterizam a presbiacusia são propostos como uma orientação básica para a avaliação da P.A.I.R. no próprio ambiente de trabalho. Num estudo muito interessante, Rabinowitz (2000) afirma que a P.A.I.R. é a segunda forma de perda auditiva sensorioneural mais comum no ambiente ocupacional, depois da presbiacusia. Entretanto, a P.A.I.R. pode ser prevenida, evitando-se exposições ao ruído excessivo, através do uso de protetores auditivos ou quando possível, evitando ambientes e situações ruidosas.

Em muitas situações industriais, é quase impossível a verificação do grau de exposição auditiva devido às condições tão complexas e extremamente difíceis de avaliar, tendo em vista os diversos fatores ambientais, biológicos e psicológicos existentes.

Mariotto, Oliveira e Albernaz (1995) realizaram uma pesquisa numa indústria metalúrgica com dois grupos de trabalhadores, cujos níveis de ruído variavam de 95 a

110dB(A), quando submetidos a jornadas diárias de 9 horas, é com o objetivo de investigarem a existência da relação entre a TTS e PTS. Os trabalhadores foram classificados por tempo de trabalho  $\leq 10$  anos e  $>10$  anos. Todos os participantes foram submetidos aos testes audiométricos antes e depois da jornada de trabalho. Como resultado, ficou constatado que a maioria dos trabalhadores com maior tempo de trabalho, possuía um elevado índice de probabilidade de P.A.I.R. já instalada, muito embora a existência de taxa elevada (75%) de indivíduos que utilizavam protetores auriculares.

A indústria têxtil, também, devido à emissão sonora de altos níveis, permanece sendo uma fonte de problemas para a audição da força de trabalho, muito embora a tecnologia do controle do ruído de modo praticável e efetivo seja utilizável. Assemelham-se a esta, as indústrias siderúrgicas, cimenteiras, de construções, de bebidas, e outras. Kiteck (1989) medindo os níveis de pressão sonora em uma indústria têxtil relacionou-os por setores de processamento, obtendo as seguintes faixas de: tecelagem, 92-105dB(A); textura, 87-108dB(A); fiação, 89-102dB(A); enrolamento de fios, 86-102dB(A), torção de fios, 88-102dB(A). Segundo o autor, foi possível observar que este tipo de indústria é um dos casos atípicos aos padrões internacionais para jornadas normais de trabalho, isto é, muito acima dos níveis normais.

Um grupo de pesquisadores austríacos, composto por Bauer, Körpert, Neuberger et al (1991) realizou um trabalho de pesquisa para detectar a dependência dos limiares auditivos de trabalhadores expostos ao ruído, em relação à idade, sexo, otites, lesões na cabeça, uso de protetor e teste audiométrico na faixa de 500 a 6000 Hz. O estudo revelou que os limiares auditivos em qualquer frequência eram dominados pela variável idade. As mulheres, após as condições de exposição ouviam melhor do que os homens. No estudo, os autores concluíram que a variável idade era o fator mais importante para a prevalência do risco de perda auditiva em qualquer faixa de frequência observada, e que a variável sexo, foi considerada como o segundo fator mais importante, na faixa de frequência onde o ruído é considerado mais prejudicial.

Royster, Royster e Thomas (1980) procederam a um estudo numa população de 14000 trabalhadores industriais de ambos os sexos, divididos em dois grupos raciais; um exposto a ruídos industriais e outro exposto a ruídos não industriais, variando numa faixa de frequência de 500 a 6000 Hz, com o objetivo de avaliarem os limiares auditivos. A variação nos limiares para ambos os grupos foi significativamente visível. Os trabalhadores de raça negra demonstraram possuir limiar auditivo superior aos trabalhadores de raça branca, principalmente nas frequências de 3 a 6kHz, enquanto que na frequência de 4kHz a diferença

dos limiars foi mais expressiva. Na população exposta, os homens (negros e brancos) tiveram perdas mais acentuadas do limiar, do que as mulheres (negras e brancas) na frequência de 4kHz. A perda auditiva relacionada à idade foi muito mais expressiva nos trabalhadores do sexo masculino. Os trabalhadores da raça negra evidenciaram menor perda dos limiars do que os trabalhadores da raça branca, com a elevação da idade.

Estudos epidemiológicos têm consistentemente demonstrado que a média dos limiars auditivos é mais baixa nos indivíduos de raça negra, do que naqueles de raça branca (Royster, Royster e Thomas, 1980; Kryter, 1985). Diante de tal fato, Ishii e Talbott (1988) realizaram uma investigação para verificação dos limiars auditivos de trabalhadores de uma indústria metalúrgica, cujo grupo era composto por indivíduos pertencentes às raças branca e negra. Um total de 286 trabalhadores, dos quais 216 pertenciam à raça branca e 70 à raça negra, com idade compreendida entre 40 e 63 anos e tempo de serviço médio de 15 anos. Todos foram submetidos aos exames audiométricos. Ficou evidenciado que no grupo de trabalhadores da raça negra, a perda auditiva se mostrou menos significativa do que no grupo de trabalhadores da raça branca, sendo estes, portanto, considerados mais vulneráveis aos efeitos danosos da exposição ao ruído. Quanto aos limiars auditivos os trabalhadores da raça negra apresentaram índices mais baixos do que os limiars auditivos da raça branca.

As avaliações do estímulo sonoro no ambiente ocupacional são indispensáveis para a orientação das ações preventivas relativas à perda do limiar auditivo. Numa pesquisa realizada por Mendes, Barrinuevo, França et al (1997), foram investigados os limiars auditivos de trabalhadoras (50) no ramo de telefonia, com idade entre 35 e 50 anos, tempo de serviço acima de 10 anos, e com utilização de monofones em jornada de trabalho com média de 6 h/d. Ficou comprovada a incidência de perda auditiva de 22%(11) das trabalhadoras, não houve existência de surdez ocupacional para aquelas com mais de 10 anos de utilização de monofones, quando comparadas ao grupo de controle.

A primeira frequência a afetar o limiar auditivo, normalmente é a de 4000Hz, sendo, pois, um dos sinais importantes considerados no diagnóstico da P. A. I. R.. Atentando para tal situação, Belachew e Berhane (1999), avaliando a prevalência de P.A.I.R. num grupo de trabalhadores de uma indústria têxtil com faixa etária entre 20 e 59 anos, verificaram que 34% destes sofriam de P.A.I.R. na faixa de 4000Hz. Os trabalhadores dos setores de fiação e tecelagem apresentaram maior prevalência em relação ao grupo controle, sendo de 35,2% (fiação) e 71,7% (tecelagem), respectivamente, o percentual da perda.

A assimetria, às vezes freqüente nos limiars auditivos, pode ser devida não às diferenças individuais biológicas, mas sim, pela desproporcionalidade da própria exposição,

incidindo muito mais num ouvido do que no outro. Como exemplo, cita-se o caso de camioneiros que viajam com o vidro do lado esquerdo constantemente aberto, onde o tráfego é muito acentuado; outro exemplo é o de praticantes de tiro ao alvo, em que um dos ouvidos sempre está mais exposto do que o outro; operadores de serras circulares, esmeril de bancada, entre outros.

Rabinowitz (2000) afirma que a intensidade e a duração da exposição são fortes contribuintes para o potencial dos danos que podem ser causados às células do ouvido interno. Desse modo, segundo o autor, quando o estímulo sonoro é muito agressivo, conduz a um metabolismo excessivo dos órgãos sensoriais, atacando as células a ponto de destruí-las parcial ou totalmente.

Neitzel (2001) demonstra que a exposição ao ruído, por vários anos, tem sido reconhecida como um fator causal de perda auditiva. A P.A.I.R., na Suécia, custa aos cofres públicos cerca de \$100 milhões de dólares anualmente, enquanto nos Estados Unidos da América, vários milhões de dólares são gastos anualmente na compensação de indivíduos que sofrem de P.A.I.R. O autor cita estudos (Kilburn et al, 1992; Miyakita et al, 1997; Wu et al, 1998; Utley et al, 1985) que registram altas taxas de trabalhadores com perda auditiva induzida pelo ruído trabalhando em ambientes de siderurgias e construção, cujos níveis encontram-se na faixa de 87 a 107 dB(A).

### **2.18.1. Perda Auditiva em Ambientes Ocupacionais Administrativos (*white-collar*)**

O ruído tem sido considerado como uma fonte prevalente de queixas no ambiente físico de trabalho de setores administrativos, principalmente, aqueles do tipo aberto, isto é, sem paredes ou divisórias que isolem os setores entre si.

Sundstrom e Sundstrom (1986) citam 10 estudos nos quais foi observada a influência do ruído em escritórios (setores administrativos) ao passarem do tipo convencional para o do tipo aberto. Os resultados mostraram que 9 deles registraram mudanças. Quatro evidenciaram ser o ruído um grande problema para o desempenho de atividades; outros 4 declararam que não houve mudanças, mas um manifestou que houve melhorias, após ter tomado providências de combate ao ruído. Segundo os autores a melhor explicação para a prevalência do incômodo, provocado pelo estímulo sonoro em setores administrativos do tipo aberto, é a falta de divisórias que possam combater a propagação sonora.

A Figura 2.9 mostra o resultado de um estudo realizado por Sundstrom e Sundstrom em que, aproximadamente, metade dos ocupantes de ambientes, com mais de 8 trabalhadores, queixam-se do incômodo provocado pelo ruído.

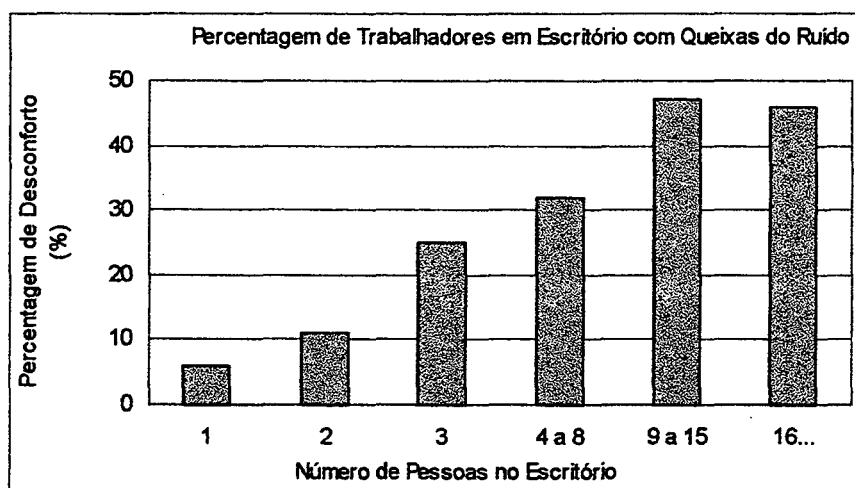


Figura 2.9 – Distribuição percentual de trabalhadores que reclamam do ruído no ambiente (Fonte: Sundstrom e Sundstrom, 1986).

Observe que a Figura 2.9 mostra a percentagem de trabalhadores que desempenham suas atividades em setores administrativos (*white-collar*) e que se queixam a respeito do ruído em relação ao número de indivíduos presentes no ambiente.

### 2.18.2. Perda Auditiva em Ambientes Ocupacionais Operacionais (*blue-collar*)

Para o desempenho de atividades em ambientes operacionais, o ruído tem sido visto como fonte de insatisfação. O ruído tem sido assunto de pesquisas, tanto em laboratório quanto em campo, não somente pela comunidade técnico-acadêmica, mas também em outras vertentes como a psicologia, medicina e fonoaudiologia. Todavia, raramente tais pesquisas têm sido realizadas em ambientes fabris (Sundstrom e Sundstrom, 1986).

Wright, Bengtsson e Frankenburg (1994) encontram diferenças significantes entre trabalhadores de setores administrativos (*white-collar*) e trabalhadores de setores operacionais (*blue-collar*). Os trabalhadores de setores operacionais demonstram, dentre outros:

- maior número de queixas a respeito do ruído no ambiente físico de trabalho;

- maior preocupação com os danos à saúde, principalmente os de natureza ergonômicas;
- mais sintomas com relação ao sistema músculo-esquelético; e,
- mais sintomas psicológicos.

Os autores em harmonia com as averiguações de Sundstrom e Sundstrom (1987), afirmam que tais diferenças são possíveis quando a insatisfação e o nível de estresse são grandes, em que o trabalhador seja sentenciado na forma de perda de resistência à manifestação dos diversos sintomas.

### **2.19. Prevenção da Perda Auditiva Induzida pelo Ruído**

Existem mecanismos de defesa própria do organismo para o aparelho auditivo que são involuntários, reflexos e inconscientes. Por exemplo, quando um trabalhador se encontra exposto por um determinado período a um nível sonoro ocupacional, o organismo usa o seguinte mecanismo de defesa: o reflexo estapediano que age como um mecanismo protetor do ouvido interno, o qual não pode ficar exposto por longo tempo a intensidades muito elevadas.

Considerando a necessidade de proteção do aparelho auditivo, aliada às falhas de atenuação de certos protetores, Almeida (1993), em um estudo desenvolvido sobre prevenção à perda auditiva induzida pelo ruído, recomenda a utilização de protetores do tipo intra-auricular e extra-auricular, simultaneamente, onde a atenuação poderá ser no mínimo duplicada.

As desvantagens psicossociais resultantes da perda auditiva ocupacional têm sido documentadas através de vários estudos (Hétu, Lalonde e Gety, 1987; Kjellberg, 1990; Seligman, 1993) utilizando questionário e/ou entrevista como instrumentos de pesquisa. Lalonde, Lambert e Riverin (1988), estudando as desvantagens psicossociais atribuídas a P.A.I.R. num grupo de trabalhadores de uma indústria metalúrgica, utilizaram o questionário, sendo que o referido instrumento foi respondido em harmonia com os familiares de cada trabalhador. De acordo com os autores, através desta análise, evidenciaram que as desvantagens agrupavam-se sob três dimensões, isto é, a qualidade de vida do trabalhador, tanto em casa quanto no ambiente de trabalho; o isolamento, desde que o trabalhador tivesse



sua auto-estima afetada; e, o uso do telefone e atividades de lazer. A necessidade de informar o trabalhador sobre o uso adequado e prudente do aparelho, e a tomada de precauções em atividades sociais, tornou-se um fator prioritário como prevenção a P.A.I.R.

O único modo de evitar a P.A.I.R. é prevenir a sua ocorrência. Atualmente, a indústria encontra-se orientada através de leis e normas (NR's, NBR's, Lei do Silêncio, Resoluções e outros) que assemelham-se ao *Code of Practice for Reducing the Exposure of Employed Persons Noise*, utilizado nos Estados Unidos. Esta legislação mostra os passos necessários para assegurar ou garantir que a perda auditiva induzida pelo ruído não seja prevalente sobre a força de trabalho.

Assim como outras patologias relacionadas com o trabalho, a P. A. I.R. pode também ser classificada entre os danos de ocorrência desnecessária, ou seja, perfeitamente prognosticáveis. Sua simples ocorrência significa, então, o resultado do estado falente de um sistema preventivo, o qual deveria estar colocado à disposição do trabalhador.

Embora seja comprovado que a exposição ao ruído estendendo-se por todo o tempo de trabalho, produz resultados danosos à audição, sabe-se que este quadro pode ser amenizado. Dado que a P.A.I.R. é um processo de caráter incremental e progressivo em função dos anos de exposição, então, a sua redução ou mesmo a ausência desta na maioria dos trabalhadores, sugere a implantação de um Programa de Educação, administrado na própria organização com uma abordagem preventiva em todos os seus aspectos, incluindo até mesmo as formas de socioacusia, que, no entanto, constituem-se em fortes potenciais de risco.

Na indústria brasileira, tem-se observado certa negligência quanto à proteção auditiva, bem como a ausência de programas de conservação auditiva ou de medidas preventivas que osem reduzir ou solucionar a questão abusiva a respeito do ruído intenso no ambiente de trabalho. Todavia, a grande maioria das indústrias trabalha, apenas, no cumprimento da legislação vigente (Miranda e Dias, 1998). A legislação, por sua vez, não tem exigido uma solução compatível e legal, mas simplesmente aceita providências puramente paliativas, carregadas de fracos questionamentos. Para algumas indústrias, o simples estoque e adoção de dispositivos de proteção auditiva é algo suficiente, pois, através disto, vêem-se livres das sanções legais. Por isso, deixam de se preocuparem com uma tomada de solução e controle mais efetivo e abrangente, quanto à integridade auditiva do trabalhador.

Estudo realizado por Abel (1986), para investigar a progressão da perda auditiva num grupo de trabalhadores pertencentes a três empresas diferentes, foi utilizado os dados dos testes audiométricos de cada trabalhador que eram rotineiramente conduzidos. A autora pôde verificar que a P.A.I.R. foi evidente nos trabalhadores mais jovens, cujo uso de protetores

auditivos tinha sido imposto desde suas admissões, evidenciando, portanto, a existência de falhas nesses dispositivos.

Diante destes argumentos, vê-se, pois, que não basta a organização entregar aos seus trabalhadores, apenas, bons protetores. O problema maior consiste em conseguir fazê-los usar, também. Para tanto, é indispensável que os usuários sejam devidamente informados dos seus benefícios, bem como dos efeitos danosos causados pelo ruído sobre a audição. Neitzel (2000), por exemplo, desenvolvendo uma pesquisa em canteiros de obras, menciona que os trabalhadores da indústria de construção, como um todo, são mal informados acerca dos riscos provenientes da exposição a níveis elevados de ruído. Tais informações poderão ser fornecidas por meio de programas de conservação auditiva, bem estruturados, organizados nas dependências da própria organização ou através de empresas especializadas com idoneidade comprovada.

O principal objetivo de um Programa de Conservação Auditiva-PCA com suporte audiométrico é a minimização das mudanças temporárias dos limiares auditivos em face das exposições ao ruído imputadas ao trabalhador durante a jornada de trabalho.

## **2.20. Efeitos do Ruído Sobre o Homem**

As formulações teóricas da etiologia da perda auditiva induzida pelo ruído para os indivíduos possui duas grandes vertentes, uma sendo a ocupacional e outra a extra-ocupacional. Os fatores relacionados à segunda incluem, dentre outros, idade, socioacusias, sexo, raça, lesões na cabeça, otites, drogas ototóxicas, esportes e problemas genéticos. Segundo Phaneuf e Héту (1990), um dos fatores de maior prevalência das desordens auditivas por condução é a osteopatia, cuja prevalência tem sido estimada numa razão de 11 para cada 1000 adultos, e sua incidência sendo de 14 para cada 100000 indivíduos por ano. De acordo com os autores, através de estudos epidemiológicos, verificaram que a disacusia neurosensorial por ruído é a doença mais prevalente de etiologia ocupacional, e que as exposições prolongadas ao estímulo sonoro excessivo resulta em danos auditivos permanentes. Entretanto, o diagnóstico da P.A.I.R. é difícil, principalmente, quando envolve mais do que uma patologia. Dois tipos de fatores estão associados à perda auditiva: fatores ocupacionais (ruído, vibração e ruído, otopatias relacionadas ao trabalho, exposições a gases e solventes industriais e trauma industrial); e, fatores extra-ocupacionais (presbiacusia, socioacusia, morbidez e drogas ototóxicas). Desse modo, concluem os autores que além do

ruído, outros fatores contribuem potencialmente com a relação entre ruído e perda auditiva. Outras doenças não relacionadas ao ambiente laboral, mas que podem conduzir para a perda auditiva, são os tumores no cérebro, ingestão de antibióticos e traumas do sistema auditivo resultante de golpes na cabeça. Os autores argumentam, ainda, que em muitos ambientes de trabalho é muito comum o ato de fumar, e que a relação entre este e a perda auditiva tem sido proposta, em virtude da nicotina reduzir o suprimento de sangue para o interior do órgão de Corti, principalmente para a cóclea, devido à arteriosclerose induzida, estreitando as paredes dos vasos sanguíneos.

O trabalho é a relação mais importante que o gênero humano, como indivíduo ou como grupo, estabelece com o meio ambiente e com seus semelhantes, dando lugar a um sistema dinâmico de interações. A interação do trabalhador com o ambiente ocupacional e social pode afetar seu estado de saúde, gerando alterações diversas, quando sujeito à ação de agentes estressores que superem seu nível de tolerância, podendo dar origem a enfermidades ou mesmo agravar outras já estabelecidas. Neste sentido, Granada (1994), estudando sobre a percepção e valorização de fatores de risco num macro ambiente de trabalho, cita algumas categorias importantes de agentes estressores ambientais aos quais os trabalhadores encontram-se expostos, tais como: físicos (ruído, vibração, temperatura etc.), biológicos (enfermidades ocupacionais, vírus e bactérias etc.), e agentes psicossociais (relações interpessoais, turnos de trabalho, estabilidade de trabalho etc.), dentre outros.

O sistema auditivo e as respostas biológicas referentes ao estímulo sonoro encontram-se intimamente conectados. Pode-se dizer, portanto, segundo a literatura, que os efeitos do ruído sobre o organismo, cuja quantidade de energia sonora tem o ouvido como principal receptor, são considerados como diretos. Por outro lado, os efeitos do ruído sobre o organismo, cujo volume de energia se propaga através da vibração de outras estruturas corporais, que não pertençam ao sistema auditivo, são considerados como indiretos, não auditivos ou extra-auditivos.

Outra importante consideração básica para o entendimento do funcionamento do sistema auditivo é que este foi desenvolvido para processar, a contento, as frequências e intensidades de relevância à sobrevivência com sons ambientais da natureza. Entretanto, o acelerado processo evolucionário das últimas décadas não tem concedido ao indivíduo tempo suficiente para que o sistema auditivo se adapte aos constantes ruídos, introduzidos nas diversas comunidades, gerados por modernas fontes que emitem altos níveis de intensidade.

Segundo Ahrlin e Ohrstrom (1978), Rodrigues (1995) e Garcia (1997), o efeito do ruído sobre o indivíduo não depende apenas de suas características físicas como, amplitude, frequência, duração etc., mas também da atitude do indivíduo frente ao estímulo sonoro.

A associação da exposição ao ruído com os ambientes físicos e de trabalho, a décadas vem sendo bastante discutida, principalmente, no que se refere à P.A.I.R.. O ambiente de trabalho é aquele constituído por máquinas, equipamentos e pelas características físicas do espaço no qual encontram-se implementados. Este ambiente, dentro do contexto organizacional, poderá ser objeto de medidas e/ou observações dos diferentes fatores que o qualificam (ruído, iluminação, temperatura, vibração etc.).

Osada (1988) tem afirmado que a qualidade e quantidade dos efeitos do ruído sobre a saúde do indivíduo dependem de vários fatores relacionados tanto à fonte ruidosa, quanto ao próprio indivíduo (intensidade, frequência, duração, sexo, idade, ocupação, personalidade, estado de saúde e sensibilidade). Neste sentido, Cox e Ferguson (1994) contribuem, dizendo que os aspectos do ambiente ocupacional, dentre eles o psicossocial e o organizacional, influenciam grandemente na saúde do trabalhador. Os autores citam La Ferla (1993) que diz:

*“existe uma ampla evidencia de que a natureza do ambiente dentro do qual as atividades relacionadas ao trabalho tomam lugar, influenciam fortemente não apenas a qualidade de vida, desempenho e segurança no trabalho, mas também, a saúde de modo geral”.*

### **2.20.1. Efeitos Diretos do Ruído**

Os efeitos diretos da exposição ao ruído sobre o sistema auditivo são decorrentes da degeneração das células sensoriais do órgão de Corti, principalmente as externas, consideradas as mais vulneráveis.

O ouvido é prejudicado pela exposição ao ruído de dois modos, dependendo do nível de exposição. Se o pico do nível de pressão sonora exceder aos 140dB(A), a energia acústica despreendida pelo sinal poderá estender a membrana timpânica situada no ouvido médio além do seu limite de resistência, a ponto de rompê-la. Esta lesão considerada crítica denomina-se Trauma Acústico e seu surgimento dá-se de modo instantâneo, resultando numa perda de audição imediata, de caráter geralmente permanente.

Numa pesquisa realizada por Clark (1992), foi destacado que exposições ao ruído na faixa de 90dB(A) a 140dB(A), danifica a cóclea metabolicamente mais do que mecanicamente como no caso do Trauma Acústico. Nesta faixa, o potencial de dano e perda auditiva dependerá do nível de exposição e do tempo de duração. Este tipo de lesão é chamado de Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (P.A.I.R.), que ao contrário do Trauma Acústico não é súbita, mas manifesta-se de modo cumulativo crescendo vagarosamente com os anos de exposição.

Os efeitos mais diretos da exposição ao ruído sobre a audição incluem a evidência clara de sua interferência na comunicação, provocada pelo mascaramento, bem como o efeito mais pernicioso que é o potencial possuído pelo ruído de produzir perda auditiva.

Miller (1974) divide os efeitos da exposição ao ruído sobre a audição em três categorias: mudança temporária do limiar auditivo, mudança permanente do limiar auditivo e trauma acústico. No trauma acústico, como já referido, os índices sonoros que atingem as estruturas do ouvido interno, excedendo os limites biológicos, produzem, freqüentemente, um colapso total e a ruptura das células ciliadas do órgão de Corti.

Melnick (1980) afirma que o principal sintoma do efeito do ruído sobre a audição é a redução na sensibilidade auditiva. Mudanças na sensibilidade auditiva são representadas pelas diferenças nos limiares auditivos medidos antes e após uma especificada exposição, e que são conhecidas como mudanças dos limiares induzidas pelo ruído.

Muitos ruídos gerados no ambiente de trabalho, comunitário, social e familiar incomodam as pessoas algumas vezes a ponto de causar estresse emocional, dependendo, provavelmente, da subjetividade de suas respostas àquele estímulo. Para algumas pessoas, por exemplo, uma música que esteja sendo ouvida, soa muito bem, enquanto que para outra, a mesma soa como uma sessão de tortura. No estudo realizado por Moreira e Bryan (1972) os autores citam que o ruído foi assim considerado para indivíduos de grande intelecto, e que para indivíduos não suscetíveis a qualquer tipo de influência intelectual, mostraram-se insensíveis ao ruído.

As interferências do ruído, em certas atividades básicas e necessárias para uma vivência saudável, tornam-se incômodas, e em certas situações, altamente perigosas. Podem-se considerar interferências incômodas, aquelas que dificultam ou impedem o repouso, o sono, a leitura, as tarefas que exigem concentração, e outras mais. Com certeza, o volume e as características das interferências variam conforme se trate de zonas residencial, comercial ou industrial. Tais interferências, embora em muitos casos não causem danos diretos ao sistema auditivo, como é o caso do nível de ruído em setores administrativos industriais, provocam,

contudo, alterações biopsicossociais, cujos estímulos são capazes de ameaçar a homeostase do organismo.

Seyle (apud França e Rodrigues, 1997) usou o termo *stress* para caracterizar esse desequilíbrio homeostático, denominando-o de “conjunto de reações que um organismo desenvolve ao ser submetido a uma situação que exige um esforço para adaptação”.

#### 2.20.1.1. Interferência sobre a comunicação falada

O ruído tem a capacidade de mascarar sinais sonoros importantes e de grande utilidade num ambiente de trabalho, dentre eles o da comunicação falada. Este processo pode causar desde um leve aborrecimento até sérios problemas, envolvendo acidentes ou mesmo fatalidades, simplesmente pela incapacidade de ouvir a emissão de sinais de advertência quanto a um perigo iminente. Exemplos que podem ser citados no interior de um ambiente ocupacional são: aproximação de veículos (empilhadeira, caminhão...), deslocando-se no pátio industrial; deslocamento de cargas aéreas (pontes rolantes, guias...) no interior de galpão e oficinas; sinais de avisos acerca de incêndios, explosões, dentre outros.

Segundo a Organização Mundial da Saúde, o ruído pode incomodar o trabalho, o sono e a comunicação entre os indivíduos; pode, ainda, prejudicar a audição e provocar alterações biológicas, psicológicas, e muitas vezes patológicas.

Numa pesquisa realizada por Fiorini, Silva e Bevilacqua,(1991) foram feitas observações em 452 trabalhadores de indústrias metalúrgicas e mecânicas com idade entre 15 e 59 anos. A amostra foi classificada em grupos de tempo de serviço. O resultado mostrou que a proporção que o tempo de serviço cresceu, houve um aumento na P.A I.R.. E mais, foi encontrado um aumento considerável na dificuldade de comunicação entre o grupo de indivíduos com maior tempo de serviço.

As interferências do ruído na comunicação através da fala, além de suscitar uma frustração pessoal, podem trazer conseqüências desagradáveis nas interações sociais. Westman e Walters (1981) relatam que o ruído interfere na inteligibilidade da fala, levando a repetições variadas, o que conduz muitas vezes o indivíduo ao isolamento. Glorig (1961) menciona que a média dos níveis de pressão sonora nas bandas de 600 a 1200Hz; 1220 a 2400Hz e de 2400 a 4800Hz, são bons indicadores do volume e interferências que o ruído estabelece sobre a comunicação falada.

Kjellberg (1990) argumenta que os indivíduos apresentam comportamentos diferenciados um em relação ao outro em ambientes ruidosos, muito mais do que em qualquer outro local. E mais, que a razão disso é que o ruído nessas situações dificulta a comunicação.

Colleoni, Fiss, Toldo et al (1981) afirmam que durante uma conversação normal, o nível da voz situa-se entre 40-70dB, e que o nível de ruído de fundo não deve ultrapassar aos 60dB, para se obter inteligibilidade satisfatória. Os autores declaram, ainda, que nos ambientes ruidosos, é impraticável a comunicação verbal, sendo impossível dar avisos e/ou informações de perigos iminentes aos trabalhadores.

Conforme discutido anteriormente, o trabalhador com deficiência auditiva temporária, ou principalmente, permanente, sofre com os problemas de comunicação. Tais problemas entrelaçam-se de modo acentuado e marcante nas inter-relações familiares, comunitárias, e muito mais, no ambiente de trabalho. Segundo Seligman (1993) para o indivíduo com deficiência auditiva, a necessidade de grande concentração e esforço para acompanhar uma conversa de grupo, torna-se opressiva. O deficiente participa pouco, tornando-se menos comunicativo, afastando-se, pois, do convívio social. Suter (1991) comenta que o ruído pode interromper uma conversa direta ou por telefone, e até o deleite do rádio ou TV. Ele interrompe, também, a comunicação no ambiente de trabalho, na sala de aula, no encontro social, e pode causar fadiga naqueles que são obrigados a conviver com a situação. Malathi (2001) declara algo muito importante:

*“No local de trabalho os níveis de ruído os quais são considerados como baixos a ponto de não prejudicarem a audição podem, contudo, ser bastante altos para interferir na comunicação e ser estressante”.*

#### **2.20.1.2. Interferência sobre o desempenho**

A comunidade científica, atualmente, tem despertado um grande interesse pelos possíveis efeitos do ruído no ambiente de trabalho. As próprias indústrias de máquinas, equipamentos, transformação, construção, transporte e outras, têm contribuído para este tipo de poluição ambiental. Numa investigação realizada por Theologus, Wheaton e Fleishman,(1974 os autores usam o argumento de que uma redução no desempenho do trabalho realizado, depende muito do tipo de tarefa desenvolvida, e que a seleção adequada desta é necessária, mas não suficiente para uma completa avaliação dos fatores que afetam o

desempenho. Deste modo, Theologus e colaboradores, afirmam que um exame apropriado dos efeitos do ruído deve ser efetuado de modo a detectar outros mais sutis ou mesmos complexos.

Os efeitos da exposição ao ruído sobre o desempenho de tarefas são claramente distinguidos das questões de incômodo e daqueles desenvolvidos sobre o estado fisiológico. Tais efeitos são definitivos, mas dependem muito do tipo de tarefa. O grande problema reside no exame dos efeitos prejudiciais que provoquem redução no desempenho ou algum outro fator de eficiência prejudicado que possa ser causado pelo ruído. Smith (1989) afirma que o efeito do ruído sobre o desempenho de atividades laborais, depende não somente da tarefa, mas, também, de outros fatores.

Além do efeito prejudicial sobre o desempenho, o ruído também tem sua influência negativa no ambiente de trabalho, onde existe a predominância de altos níveis. Smith (1990) cita uma pesquisa realizada por Smith e Stanfeld (1986) os quais procederam a investigações entre dois grupos de indivíduos, sujeitos a exposições de altos e baixos níveis de ruído sobre o desempenho de tarefas ocupacionais. Aqueles indivíduos sujeitos aos índices maiores de ruído registraram maior número de erros na execução das tarefas, do que aqueles que executavam tarefas em um nível mais baixo.

Uma das grandes interferências do ruído sobre o desempenho refere-se às escolas situadas nas proximidades de aeroportos, vias de tráfego acentuado e de indústrias. Nestas escolas, o processo de aprendizagem tem prejuízo significativo. Vários estudos a respeito das interferências do ruído sobre o processo pedagógico e cognitivo foram revisados por Cohen e Weinstein (1981) cujos resultados indicam que o desempenho dos alunos, que estudam em escolas situadas em áreas consideradas calmas, foi significativamente melhor do que os alunos que estudam em escolas situadas em áreas ruidosas.

Sem dúvida os benefícios da revolução comercial são muitos, entre os quais a eficiência e a velocidade dos meios de comunicação são indiscutíveis. Entretanto, uma significativa desvantagem interliga um fator comum a todas essas maravilhas da tão recente mecatrônica, cujos “benefícios” têm levantado muitas discussões. Este fator comum chama-se RUÍDO. O ruído é tratado como um estímulo sonoro e estudado em termos das características físicas do seu receptor, bem como em termos dos fatores psicofisiológicos de adaptação. Existem estudos que mostram a influência interativa do ruído sobre o desempenho de atividades ocupacionais, podendo contribuir com a redução, aumento ou mostrar-se neutro com relação a este (Rilley,1979; Gawron,1982; Wheale e O’shea,1982; Westman e Walters,1981; Kryter,1985).



Glorig (1961), por exemplo, comenta que a eficiência no desempenho de tarefas mentais e motoras sob várias condições de exposições ruidosas, têm sido de grande importância. Contudo, a falta de exploração mais profunda tende a invalidar muitos estudos desenvolvidos no ambiente industrial. O autor menciona, ainda, que uma delas diz respeito à falta de controle sobre as mudanças no ambiente de trabalho, as quais provocam alterações negativas no desempenho, e que não estão diretamente associadas aos níveis de ruído isoladamente.

O efeito comportamental do ruído que mais tem levantado discussões é aquele sobre o desempenho de tarefas. Para a maioria dos indivíduos, é fato indiscutível que o desempenho sobre qualquer tarefa que exponha o sistema auditivo pode ser prejudicado devido à exposição ao estímulo sonoro. Os efeitos da exposição ao ruído sobre o desempenho de tarefas têm se tornado um assunto de grande vulto, principalmente, no ambiente organizacional. De acordo com a literatura pertinente, são vários os graus de interferência do ruído, bem como a interação dos seus efeitos.

Wright, Bengtsson e Frankenberg (1994) comentam a respeito da existência de inúmeros fatores psicológicos que causam diferenças nas respostas psicofisiológicas no indivíduo, quando submetido ao mesmo nível de energia sonora. Muitos estudos neste sentido apontam que com o aumento dos níveis de ruído, existe em contrapartida, um aumento na taxa de incômodo e de excitabilidade do sistema nervoso (Glorig,1961; Miller,1974; Kjellberg,1990). Isto conduz a mudanças no grau de desempenho, que por vezes tornam-se prejudiciais ao organismo do trabalhador. Os autores investigaram os aspectos psicológicos dentro do ambiente ocupacional, numa população de trabalhadores distribuída entre os setores administrativo e operacional de várias empresas do Grupo Volvo. A maioria possuía idade <40 anos, com tempo de serviço >5 anos. Cerca de 60% das mulheres sentiram que suas atividades foram psicologicamente estressantes, e os indivíduos que desempenhavam suas tarefas em setores operacionais, evidenciaram maior taxa de sintomas mentais do que aqueles trabalhando em setores administrativos.

Glass, Reim e Singer (1971) conduziram uma pesquisa para investigar as conseqüências comportamentais de adaptação ao estímulo sonoro aperiódico de alta intensidade, sob condições em que os indivíduos acreditavam ou não que eles podiam ter o controle sobre a exposição. A pesquisa mostrou que entre um grupo de indivíduos que trabalhava no mesmo ambiente e sob as mesmas condições, o trabalho de adaptação ao ruído não controlável em contraste ao ruído controlável, resultou numa elevação do estado de tensão, que por sua vez prejudicou a eficiência do desempenho, após o cessar da exposição.

Kryter (1985) faz citações de uma série de graus de variação, os quais têm sido propostos sobre os efeitos do ruído:

- mascarar ou interferir com a percepção de sinais auditivos, como os da fala, que são úteis para o desempenho de tarefa específica;
- mascarar sinais auditivos irrelevantes que podem distrair o trabalhador (chamado de “perfume acústico”);
- concorrer com o estado psicológico do trabalhador, provocando distração que interfere com o desempenho da atividade;
- criar uma situação de monotonia que mascara as mudanças normais no ambiente, conduzindo o trabalhador a uma apatia e mesmo à sonolência, o que pode ocasionar risco de acidentes;
- superestimular o trabalhador (gerar ansiedade – *grifo do autor*), e assim, reduzir o desempenho; e,
- criar um sentimento de incômodo, porque o trabalhador sente que o estímulo sonoro está danificando sua audição ou interferindo nos sons, os quais desejaria ouvir.

Broadbent e Little (apud Kryter, 1985) mostram que a redução do nível de ruído de 99dB(A) para 89dB(A), num espaço de uma fábrica, resultou num número bem menor de perdas auditivas do que os mesmos trabalhadores, desempenhando as mesmas tarefas, num espaço sem tratamento acústico. Broadbent (1980), realizando estudo da relação da exposição ao ruído com o incômodo, desempenho e saúde mental, concluiu que aumentando os níveis de ruído, aumenta o nível de incômodo, provavelmente reduzindo o estado do “estímulo sentimental” do indivíduo ou a excitabilidade do sistema nervoso. Isso provoca mudanças comportamentais no desempenho algumas vezes detrimenais.

Num estudo realizado por Smith e Broadbent (1980) para observar os efeitos do ruído sobre o desempenho, os autores afirmam que o ruído nem sempre influenciará no desempenho da tarefa. No referido estudo, os trabalhadores desempenhavam suas tarefas divididos em dois grupos, submetidos a níveis de 55dB(A) e 85dB(A), cujos ambientes foram considerados como calmo e ruidoso, respectivamente. O resultado mostrou que as médias de desempenho dos grupos foram de 88,40 e 88,45 para os ambientes calmo e ruidoso, respectivamente, demonstrando que a eficiência do desempenho foi praticamente indiferente para ambos os grupos.

A influência do ruído sobre o desempenho de atividades laborais, também foi estudada por Gulian e Thomas (1986) no desempenho de atividades aritméticas puramente mentais. No estudo realizado, metade dos indivíduos foi submetida ao nível de 85dB(A), e a outra metade ao nível de 50dB(A). A influência do ruído claramente reduziu o ritmo de trabalho das mulheres, enquanto os homens submetidos a qualquer dos níveis, a variação do desempenho mostrou-se indiferente.

Finkelman, Zeitlin, Romoff et al (1979) estudaram os efeitos conjuntos do estresse físico e do ruído sobre as respostas cardíacas e a capacidade de processar informações quando desempenhando tarefa motora num ambiente com exposição sonora ao nível de 90dB(A). A investigação mostrou que o estresse físico alterou significativamente a ritmia do coração, enquanto o estresse provocado pela exposição sonora, reduziu significativamente o desempenho do processo de informações.

Pelo fato do ruído afetar o nível de estímulo do trabalhador, este terá, então, um efeito sobre toda variedade de tarefas. Assim, os efeitos do ruído aumentam os estímulos, aumentando correspondentemente a ênfase sobre a escolha de certas fontes de informação. Em outras palavras, o ruído afetará o desempenho, alterando o processo de percepção do trabalhador.

Considerando tal argumento, Wheale e O'shea (1982) testaram a hipótese de que o ruído afeta o desempenho pela elevação do estímulo sentimental (*arousal*). Num estudo realizado pelos autores, 20 voluntários foram expostos a quatro situações de ruídos: teletipo, intermitente, cabinas de aviões e helicópteros. Os resultados, no entanto, mostraram que nenhuma redução significativa no desempenho das tarefas foi encontrado. O razão pela qual o ruído não afetou o desempenho foi possivelmente devido o uso de estratégias individuais.

Nas observações de níveis de ruído, Westman e Walters (1981) afirmam que o som pode melhorar o desempenho sobre as tarefas que são inerentemente monótonas ou repetitivas. Por outro lado, o mesmo poderá prejudicar o desempenho cuja demanda exige concentração e/ou respostas complexas.

Koelega e Brinkman (1986) citam que efeitos prejudiciais sobre o desempenho têm sido encontrados sob ação de ruídos de baixa ou de alta frequência. De acordo com os autores, ruídos variáveis ou intermitentes teriam melhores efeitos sobre situações de vigilância (o que faz melhorar o desempenho – *grifo do autor*) do que ruídos contínuos, pelo fato daqueles se assemelharem mais às situações da vida real.

Os efeitos do ruído sobre o desempenho são definitivos e claramente distinguidos das questões de incômodo e dos efeitos sobre o estado biológico, porém, é dependente, ainda, do

tipo de atividade que está sendo desempenhada. Neste ponto, Harris (1979) comenta que o ruído aumenta a situação geral do estado sentimental ou o excitamento do sistema nervoso, produzindo, deste modo, uma concentração sobre algumas fontes de informações em detrimento de outras. No entanto, poderá haver atividades cuja concentração da atenção seja tão acentuada, que parte da tarefa global seja negligenciada. No ambiente industrial, as mudanças de turno ou de áreas de trabalho, ou outras quaisquer, podem ser consideradas como fatores de influências no desempenho e, conseqüentemente, na produtividade, sem que haja interferência direta da exposição a ruídos. Deste modo, o desempenho sobre muitas atividades torna-se melhor quando a atenção está concentrada sobre a tarefa, mas, em qualquer ocasião em que a atenção for desviada, o desempenho diminuirá.

Gawron (1982) investigou sobre os efeitos da interação da tendência psicológica, tipo e intensidade das tarefas com a intensidade da exposição a ruídos de 55, 70 e 85dB(A). Houve quatro níveis de tendência (nenhum efeito, atrapalha, facilita e controla) e quatro tipos de tarefas (cancelamento de dígitos imediato, demorado, classificado e rastreado). Foram examinadas cinco hipóteses, onde uma delas era a tendência psicológica como um determinante principal do efeito do ruído. Assim, pessoas que diziam que o ruído facilita o desempenho, teriam melhor desempenho na presença do ruído do que um grupo controle; semelhantemente, pessoas que diziam que o ruído atrapalha o desempenho, evidenciaram queda no desempenho em relação ao grupo controle. O resultado mostrou que a tendência psicológica interagiu com a intensidade do ruído e a complexidade das tarefas.

### **2.20.1.3. Interferência sobre a produtividade**

A exposição a ruídos causa incômodo no desempenho das atividades no posto de trabalho. Isto, na realidade, caracteriza um sentimento de aborrecimento associado a qualquer agente ou condição de trabalho em que o indivíduo realiza determinada tarefa.

Weston e Adams, Broadbent e Little (apud Smith, 1989) comentam que a produtividade pode ser melhorada pela utilização de protetores auditivos ou pelo tratamento acústico do ambiente de trabalho. Em concordância com os estudos anteriores, Van Dijk (1986) comenta que quando a tarefa requer atenção o tempo todo, a produtividade pode diminuir. Neste caso, é possível que o nível de desempenho não seja reduzido, mas, provavelmente, o esforço para mantê-lo aumentará.

Burns (1973) relata que os efeitos adversos do ruído são notados para exposições cujos níveis estejam acima de 90dB(A), e que as frequências mais altas são as mais prováveis de provocar perda de eficiência nas atividades do trabalhador. O efeito do ruído sobre o desempenho de atividades é distinto e deve ser distinguido das situações de incômodo e dos estados fisiológicos.

Harris (1979) apresenta o seguinte argumento:

*“Um indivíduo pode dizer que não está afetado pelo ruído em consequência de suas longas horas de trabalho, no entanto, pode mostrar que sua eficiência diminuiu, pelo tempo gasto para desempenhar certas operações. Contrariamente, ele pode expressar uma aversão violenta por uma tarefa, mas, ser capaz de desempenhá-la perfeitamente. Este mesmo indivíduo pode ver que a eficiência não é afetada quando mudanças biológicas estão acontecendo em seu corpo; ou mostrar redução na eficiência com mudanças não detectáveis”.*

#### **2.20.1.4. Interferência sobre o sossego**

Conceitua-se incômodo como o resultado de várias respostas manifestadas pelo indivíduo ou pela sociedade, aos ataques induzidos pelo ruído e/ou outros agentes estressores. As áreas mais afetadas pela exposição ao ruído no meio comunitário, que provocam os maiores incômodos são na comunicação e no sono, cujas manifestações serão discutidas posteriormente.

O incômodo está intimamente correlacionado ao nível de exposição, desde que sejam observadas com precisão suas principais propriedades. Outros fatores, contudo, são importantes, e, portanto, devem ser considerados sobre as manifestações relacionadas ao estímulo sonoro no ambiente laboral, como afirmam Levy e Moser (1987). Devem ser considerados, por exemplo, o nível de ruído de fundo do ambiente, hora do dia, estação do ano, localização da fonte ou do indivíduo, estado psicofisiológico do indivíduo, dentre outros. De acordo com Suter (1991) o fator mais importante a ser considerado nas manifestações relativas ao incômodo provocado pelo ruído é a atitude do indivíduo. Deste modo, não se pode estigmatizar o ruído como o único causador de incômodo e de morbidade no ambiente comunitário ou organizacional.

Poder-se-ia dizer que o incômodo é, também, o resultado obtido como resposta às questões de pesquisas aplicadas sobre vários ambientes, como mensuração de fatores, dentre

eles o ruído. No ambiente de trabalho, o incômodo provocado pelas exposições ao ruído, pode prejudicar não somente a comunicação, o desempenho e a produtividade, ele significa, também, degradação na qualidade de vida do trabalhador.

Rylander, Sörensen e Kaijland (1972) procederam a investigações sobre o incômodo devido à exposição ao ruído de aviões. A investigação foi administrada em 24 áreas com características bem definidas da exposição em volta de 8 aeroportos. Foram realizadas 2900 entrevistas cujos resultados demonstraram que a extensão do incômodo era baixa nas áreas expostas a um menor número de vôos, em que os níveis não ultrapassavam a 90dB(A). Nas áreas de 2 aeroportos, onde o número de vôos era alto, a extensão do incômodo estava diretamente relacionada ao nível de ruído de um único vôo, subentendendo-se não haver período de repouso acústico.

Ahrlin e Öhrstrom (1978) informam que fora o volume das exposições ao ruído, a reação ao incômodo é influenciada, também, por outros fatores não diretamente relacionados ao estímulo sonoro (atitudes, estado sócio-econômico, conhecimento da fonte etc.). Estes fatores podem influenciar a extensão do incômodo sobre um indivíduo ou um grupo.

A frequência do incômodo entre indivíduos expostos ao ruído ambiental tem sido utilizada como um dos critérios para avaliar o efeito das exposições. O incômodo, geralmente, se refere a uma reação que se apresenta durante ou após a exposição, com um certo período de duração. Este pode ser definido como um sentimento de desagrado, ou como uma atitude negativa contra a presença de um determinado fator ambiental, que a pessoa o identifica, e tem conhecimento do seu efeito danoso sobre sua saúde e seu bem-estar, e que o deixa estressado.

Krichagin (1978) faz menção que uma pessoa altamente incomodada, é alguém que está sob constante estresse psicofisiológico, e que se encontra freqüentemente submetida a um processo de adaptação à recusa do repouso ou relaxamento. Como tal esse efeito passa a ser manifestado em fadiga crônica, queda na capacidade de trabalho e redução da adaptabilidade biológica a outros ambientes danosos.

Van Dijk, Verbeek e Vries (1987a) verificaram o grau de perda auditiva e incômodo em trabalhadores de um estaleiro, sujeitos a níveis de ruído de 98dB(A) e 85dB(A) nos departamentos de construção e de máquinas, respectivamente, onde a distribuição dos anos de exposição e da idade era similar para ambos os departamentos. Os autores concluíram que: a) no departamento de construção, a maioria dos trabalhadores experimentou incômodo devido à exposição ao ruído, dos quais 86% achavam-se incomodados, enquanto 40% não conseguiam

comunicar-se com os companheiros; b) no departamento de máquinas, o nível era mais baixo, contudo 50% dos trabalhadores diziam-se incomodados de moderado a severamente.

Num outro estudo, Van Dijk, Souman e Vries (1987b) observaram que o ruído industrial gerado era uma das fontes de incômodo mais mencionadas pelos trabalhadores. Ainda em outro estudo, Van Dijk, Ettema e Zielhuis (1987c) verificaram os efeitos do ruído em um grupo de 539 trabalhadores de sete indústrias, cuja faixa de idade estava assim distribuída: <25 anos (21%); 21 a 34 anos (31%); 35 a 39 anos (33%); 40 a 54 (9%) e 55 a 65 anos (6%), cujos níveis de exposição ao ruído ( $L_{eq}$ ) eram: <86dB(A) (13%); 86 a 90dB(A) (28%); 91 a 95dB(A) (33%) e >95dB(A) (25%). Os resultados mostraram que cerca de 65% queixavam-se de ruído alto ou moderado; 50% queixavam-se de reações de alarme, dificuldade na comunicação entre companheiros de trabalho; e, percepção inadequada aos sinais de perigo.

Westman e Walters (1981) argumentam que a resposta emocional subjetiva mais proeminente ao ruído é o incômodo. Este nada mais é do que um estado emocional individual comumente relatado, mas difícil de se descrever e quantificar. O incômodo está diretamente relacionado ao ruído e representa uma emoção desagradável experimentada pelo indivíduo, em forma de irritabilidade. É também, uma expressão em caráter de ira ou hostilidade relacionada ao estado psicológico do indivíduo dentro de um contexto social e ambiental.

Öhrstrom, Bjorkman e Rylander (1979) investigaram o incômodo provocado pelo ruído em trabalhadores de duas indústrias: uma de manufatura de equipamentos (95 trabalhadores), e outra têxtil (137 trabalhadores). A relação entre a exposição ao ruído e a quantidade de trabalhadores relatando altos graus de incômodo quando submetidos a uma jornada de 8h/d, a níveis variando de 70 a 80dB(A) e 90 a 100dB(A), respectivamente, foi verificada. O resultado mostrou que 75% dos trabalhadores da indústria de manufatura disseram que o ruído era incomodante, e na indústria têxtil, 81% declararam a mesma manifestação.

A fadiga auditiva encontra-se muito relacionada ao tipo de exposição sonora, evidenciada pelas mudanças temporária ou permanente do limiar auditivo. Enquanto houver apenas a fadiga, ainda, haverá possibilidade de recuperação, em face do repouso auditivo provido pelo trabalhador. Carvalho (1985) afirma que uma exposição de impacto, por exemplo, produz uma “reação de alarme” comum ao organismo, provocando alterações diversas, como taquicardia, vasoconstrição dos vasos sanguíneos, neurovegetativas, e outras.

De suma importância, pois, é a conscientização do sinergismo existente entre o agente estressor e o organismo, sabendo que o ruído (o agente estressor) é sempre um modificador do estado geral homeostático do organismo.

#### **2.20.1.5. Interferência sobre a ocorrência de acidentes**

O ruído possui a capacidade de mascarar a emissão de outros sons e interromper a comunicação entre os indivíduos numa variedade de circunstâncias. Este processo pode gerar desde uma leve irritação até sérias situações desagradáveis, envolvendo acidentes ou mesmo fatalidades, em virtude da dificuldade auditiva aos sinais sonoros que se referem a perigos iminentes. De acordo com Áhrlin e Öhrstrom (1978), as exposições ao ruído, que causam interferência na fala ou prendem a atenção para a fonte de ruído, constituem-se em risco de acidente, devido a sua interferência em uma informação importante, ou bloqueando a atividade receptora da pessoa exposta.

Cohen e Weinstein (1981), por outro lado, afirmam que o desempenho altamente variável numa instalação industrial pode significar a fabricação de um produto de baixa confiabilidade, e pode resultar numa situação potencial para a ocorrência de acidentes. Cohen (apud Broadbent, 1980) verificou numa planta industrial que grande número de trabalhadores estava exposto a níveis de ruído relativamente acima de 90dB(A); enquanto outro em área mais calma estava exposto a níveis abaixo de 85dB(A). Examinando o número de lesões acidentais, observou maior número de ocorrências no grupo exposto a níveis mais altos. Com a introdução de medidas de conservação (protetores auditivos), o número de lesões acidentais foi reduzido. O resultado mostrou que na força de trabalho submetida a níveis de ruído abaixo de 85dB(A), é menos provável a ocorrência de acidentes.

Em um dos seus estudos, Colleoni, Fiss, Toldo et al (1981) relataram que em ambientes barulhentos (ruidosos), além da impraticabilidade da comunicação, os acidentes tornam-se inevitáveis. Tal fato explica porque há um número elevado destes nas fábricas em locais excessivamente barulhentos (ruidosos).

Lees, Romeri e Wetherall (1980) realizaram estudos em dois grupos de trabalhadores em ambientes industriais. Um grupo exposto a níveis até 85dB(A) por um período de 15 anos; outro exposto a níveis acima de 90dB(A) por um período de 3 a 5 anos. As observações consistiram em verificar a incidência e tipo de morbidade, e a frequência de absenteísmo, cefaléias e acidentes. As análises preliminares sugeriram que, enquanto não houve diferença



na incidência de eventos mórbidos entre os dois grupos, razões bem altas de absenteísmo, cefaléias e acidentes ocorreram no grupo cujos níveis de ruído eram mais altos.

A ocorrência de acidentes no ambiente de trabalho é claramente reconhecida por possuir várias causas, isto é, esta surge, também, de interações particulares de outros fatores. De acordo com a literatura, muitas afirmações têm sido feitas de que a exposição ao ruído, é a causa de muitos acidentes no ambiente de trabalho (Ahrlin e Ohrstrom, 1978; Lees, Romeri e Wetherall 1980; Wilkins e Action, 1982; Melamed, Luz e Green 1992). Os danos auditivos relacionados às exposições a ruídos industriais são considerados como vilões das causas de acidentes.

Wilkins e Action (1982) relatam, em sua pesquisa, que quando um estímulo adicional é aplicado sobre o trabalhador que está desempenhando uma tarefa complexa e que exige muita atenção, o nível de equilíbrio sentimental (*arousal*) fica num estado de completo alerta. É possível, portanto, que nessa situação, uma pequena falta de atenção ou um mínimo erro resultante de uma superestimulação possa contribuir para a ocorrência de acidentes. O estudo ainda indica que exposições ocupacionais com altos níveis de ruído podem estar associadas com taxas mais elevadas de acidentes. Deste modo, a evidência sugestiva dos autores é de que o ruído contribui como um forte fator de risco para a causa de acidentes e concluem, dizendo que a possível ligação entre ruído e acidentes levanta um forte argumento para a redução dos níveis de ruído no ambiente ocupacional.

Estudando os efeitos do ruído sobre o trabalhador, Van Dijk, Ettema e Zielhuis (1987c) comentam que a combinação da exposição ao ruído e o desempenho de uma tarefa, mentalmente estressante, possui um risco aumentado de interferência (concentração, comunicação, sinais de percepção) e sintomas de estresse. Informam, ainda, que comunicação perturbada e sinais de mascaramento combinados aumentam o risco de acidentes.

Melamed, Luz e Green (1992) examinaram o impacto da exposição ao ruído industrial num grupo de 2368 trabalhadores (1680 homens e 688 mulheres) com idade entre 20 a 64 anos, submetidos a três tipos de exposição: baixa (<75dB(A)); moderada (75-85dB(A)) e alta (>85dB(A)). Durante o período de observação, 31,7% dos homens e 59,5% das mulheres adoeceram, ausentando-se duas ou três vezes do trabalho. A relação dos acidentes e a ausência devido a doenças por ocasião da exposição ao ruído foram examinadas pela comparação dos seus percentuais. A conclusão dos autores foi que os níveis de exposição mais altos estavam associados com a ocorrência maior de acidentes e ausência por doença para ambos os sexos.

Smith (1990) faz menção a King (1947), o qual, em um congresso nacional sobre segurança, enfatizou a afirmativa de que “*em certas circunstâncias o ruído é uma das causas diretas de acidentes*”. De modo semelhante, Cohen (1973), também citado por Smith, mostrou em um dos seus estudos que os indivíduos que desempenhavam tarefas ocupacionais sob altos níveis de ruído ( $\geq 95\text{dB(A)}$ ) tinham, conseqüentemente, maior número de ocorrência de acidentes, quando comparados àqueles que trabalhavam na mesma indústria, mas em áreas menos ruidosas.

#### **2.20.1.6. Interferência sobre o comportamento**

A exposição ao ruído pode provocar efeitos negativos sobre o comportamento do indivíduo no ambiente de trabalho, tanto quanto em ocasiões sociais e outras atividades não ocupacionais. Esta mudança comportamental pode refletir-se em outros aspectos interorganizacionais, tais como, na comunicação, no desempenho, na produtividade, e outros.

O comportamento não é um assunto que se torna acessível apenas com a invenção e aplicação de um instrumento. Skinner (1998), por exemplo, declara que o comportamento é um assunto difícil, não porque seja inacessível, mas por ser extremamente complexo.

O próprio cientista, através do processo de observação, pode ter influência sobre o comportamento no ato de observar e analisar. Na indústria, segundo Skinner, se mantém controle bastante amplo das condições relevantes para o comportamento. Diferentes fatores atuam sobre a evidência do comportamento, de modo que diferentes propriedades ou aspectos comportamentais vêm sendo estudados durante anos.

Um fator muito importante no estudo do comportamento humano e, às vezes, ignorado, é a contribuição fornecida pelo ambiente ocupacional. Existem estímulos (ruído, calor,...) que provocam lesões ao organismo ou ameaçam, de alguma forma, o bem-estar do indivíduo no desempenho de atividades ocupacionais ou não ocupacionais. Um outro fator contribuinte para a variação do comportamento é o estado psicológico do indivíduo. Diante disso, Katz e Kahn (1987) dizem que: “*Naturalmente, os indivíduos podem estar fisicamente dentro do sistema, mas podem estar psicologicamente ausentes*”.

A hipótese de que o registro da fala, proferida em alta intensidade associada a ruídos diversos e ao desenvolvimento de atividades que exigem grande volume de atenção, gera pós-efeitos comportamentais foi estudada por Rotton, Olszewki, Charleton et al (1978). Um grupo de 80 mulheres fez parte de uma pesquisa, que foram submetidas a várias fontes de ruído,

num ambiente cujo ruído de fundo, de 43dB(A), foi considerado como baixo. O nível produzido por diversas fontes, inclusive o de conversações em vários idiomas, foi de 80 dB(A). Os resultados mostraram que o ruído da fala mais aquele produzido pelas diversas fontes, quando operando simultaneamente, associados ao esforço mental, reduziu a habilidade individual de tolerância à frustração, bem como a diferenciação entre indivíduos que desempenhavam diferentes tarefas.

Page (1977) realizou um estudo cujo propósito foi examinar os efeitos da intensidade do ruído sobre o comportamento. O autor levantou a hipótese de que os indivíduos expostos ao ruído de alta intensidade estariam menos dispostos a prestar auxílio para outras pessoas, do que aqueles expostos a ruídos de baixa intensidade. Para realização do instrumento de coleta de dados, foi instalado um alto falante num túnel, que emitia sons semelhantes aos de máquinas rodoviárias, com níveis variando de 80 a 100dB(A)  $\pm$ 3dB(A). O local possuía um nível de ruído de fundo da ordem de 50dB(A), e havia um grande fluxo de pedestres. Os indivíduos eram inesperadamente abordados por alguém (que fazia parte do grupo de pesquisa) e em seguida aproximava-se outra pessoa e deixava cair (propositalmente) um pacote de suas mãos. Na avaliação, 60% dos indivíduos abordados, ajudaram a pegar o pacote caído, quando sujeitos apenas ao nível de ruído de fundo; 45%, em nível de ruído moderado (80dB(A)), e somente 35%, em nível de alta intensidade (100dB(A)).

Numa outra pesquisa de caráter semelhante, Mathews e Canon (apud Cohen e Weinstein, 1981) examinaram os efeitos de vários níveis de ruído sobre o percentual de pessoas dispostas a auxiliar alguém, simplesmente apanhando algo que foi deixado cair (de propósito) no chão. As pessoas expostas a níveis de 85dB(A), mostraram-se menos dispostas a auxiliar do que aquelas expostas a níveis  $\leq$ 65dB(A).

Numa investigação realizada por Smith (1989), o autor comenta que o comportamento social é uma área muito importante, pois, muitas atividades envolvem interação social que poderá ser prejudicada pela existência de problemas internos no grupo num ambiente de trabalho. Muitos dos efeitos da exposição ao ruído sobre o trabalhador são refletidos diretamente sobre o comportamento. De acordo com o autor, existem evidências de que a exposição ao ruído altera o comportamento, aumenta a agressão e influencia no julgamento de outros.

A exposição ao ruído, também, pode atingir a percepção de um indivíduo com respeito ao ambiente e ao grupo do qual ele faz parte. Edsell (apud Gawron, 1984) verificou que, aumentando o nível de ruído, alterava a percepção comportamental do grupo, sendo mais

favorável a tendência ao “desfavorável”, “desorganizado e inapropriado” e “ameaçador”. As condições observadas por Edsell foram para níveis de 75dB.

Apesar da falta de inter-relacionamento e concordância entre muitas áreas de pesquisa, existe uma evidência crescente, a qual, consistentemente, aponta que o ruído e outros tipos de estressores podem produzir pós-efeitos comportamentais. Tipicamente, estes pós-efeitos podem ser demonstrados sob condições não estressantes, imediatamente após a exposição do agente estressor. Percival e Loeb (1980) estudaram a influência das características do ruído nos pós-efeitos sobre o comportamento aplicado a dois grupos de trabalhadores. Num primeiro momento, um grupo estava exposto a ruído heterogêneo ao nível de 95dB(A), de caráter fixo e intermitente. Num segundo momento, outro grupo foi submetido a uma outra fonte de ruído, mas com o mesmo nível de exposição do primeiro. Por último, ambos os grupos foram submetidos ao ruído apenas do próprio ambiente, que era de 46dB(A). Após os períodos de exposições, cuja duração era de 24min, os indivíduos foram submetidos a três tipos de tarefas: proficiência em leitura, jogo de quebra-cabeças e escalas de avaliação. Em nenhum dos experimentos realizados houve um efeito positivo sobre a rotina das tarefas, desempenhadas durante as exposições. Percival e Loeb, concluíram que as reações subjetivas ao ruído, geralmente, não estão relacionadas aos pós-efeitos comportamentais produzidos pelo ruído.

Segundo Glass e Singer (apud Suter, 1991), os indivíduos, que percebem que possuem controle sobre o ruído, mostram tolerância significativamente maior à frustração do que aqueles sem nenhuma espécie de controle.

Rice (1996) afirma que os efeitos da exposição a ruídos de alta intensidade podem incluir mudanças comportamentais que estão relacionadas ou associadas com a saúde e o bem-estar do indivíduo. A degradação do desempenho do trabalho e a interferência com o sono são as conseqüências mais aparentes.

#### **2.20.1.7. Interferência com a idade**

A perda da sensibilidade auditiva com o avanço da idade tem sido observada através das medidas dos limiares auditivos. Este efeito envolve primariamente as freqüências acima de 3000Hz. Quando a idade avança, as perdas nas freqüências mais altas mostram-se mais acentuadas, expandindo-se para as freqüências mais baixas.

Atualmente, com a complexidade dos ambientes, torna-se difícil separar perda auditiva devido a idade e perda auditiva induzida pelo ruído, em relação ao ruído ambiental e ocupacional. O fato é que são poucos os indivíduos que vivem toda a sua vida num ambiente acusticamente saudável. Quase todos os indivíduos, senão todos, encontram-se expostos a algum tipo de agente estressor em casa, na escola, no trabalho, no lazer, no transporte e outras atividades.

Existem autores cujos estudos têm associado a P.A.I.R. ao avanço da idade (Miller, 1974; Royster, Royster e Thomas, 1980; Szanto e Ionescu, 1983; Smith, 1989; Touma, 1991) para vários grupos de indivíduos. A influência da idade nos danos induzidos pelo ruído ao sistema auditivo, por décadas vem recebendo muita atenção. A Figura 2.10 mostra os efeitos da exposição a níveis de ruído ocupacional sobre a idade entre trabalhadores de ambos os sexos.

Humes (1984) menciona um estudo de Macre (1971) e outro de Welleschick e Raber (1978) os quais indicam que a perda auditiva associada ao processo de envelhecimento interage devido à exposição ao ruído.

Na sociedade atual, esses dois fatores (exposição e envelhecimento), produzem efeitos que aos poucos vão reduzindo a capacidade auditiva dos indivíduos. Corso (1980) mostra que o conceito de aditividade da perda auditiva devido ao processo de envelhecimento e exposição ao ruído pode ou não ocorrer. Ele afirma que ambos, exposição e envelhecimento afetam a função da duração dos limiares, mas que o ruído, isoladamente, danifica suficientemente o sistema auditivo de um grupo de indivíduos mais jovens. Assim, o efeito da exposição ao ruído sobre o sistema auditivo pode representar certos aspectos de presbiacusia precoce.

Szanto e Ionescu (1983), também, procederam a investigações associando idade e sexo em trabalhadores sujeitos a ruído ocupacional, cujo nível de pressão sonora atingiu 98dB(A). Eles observaram que as perdas auditivas eram mais pronunciadas nos homens, em todas as frequências, mas com mudanças importantes na faixa de 2-6kHz.

Davies e Davis (apud Smith, 1989) examinaram os efeitos do ruído sobre a diferença de idade em duas pesquisas. Em uma delas, o controle sobre o ruído melhorou significativamente a razão de trabalho para as pessoas mais velhas (65 a 72 anos), mas, não aconteceu o mesmo com as pessoas mais jovens (18 a 31 anos). As habituais causas de perda auditiva em indivíduos adultos são as inúmeras exposições ao ruído por longos períodos, os efeitos da própria idade (presbiacusia), e a interação entre o ruído e a associação ou não de outras variáveis.

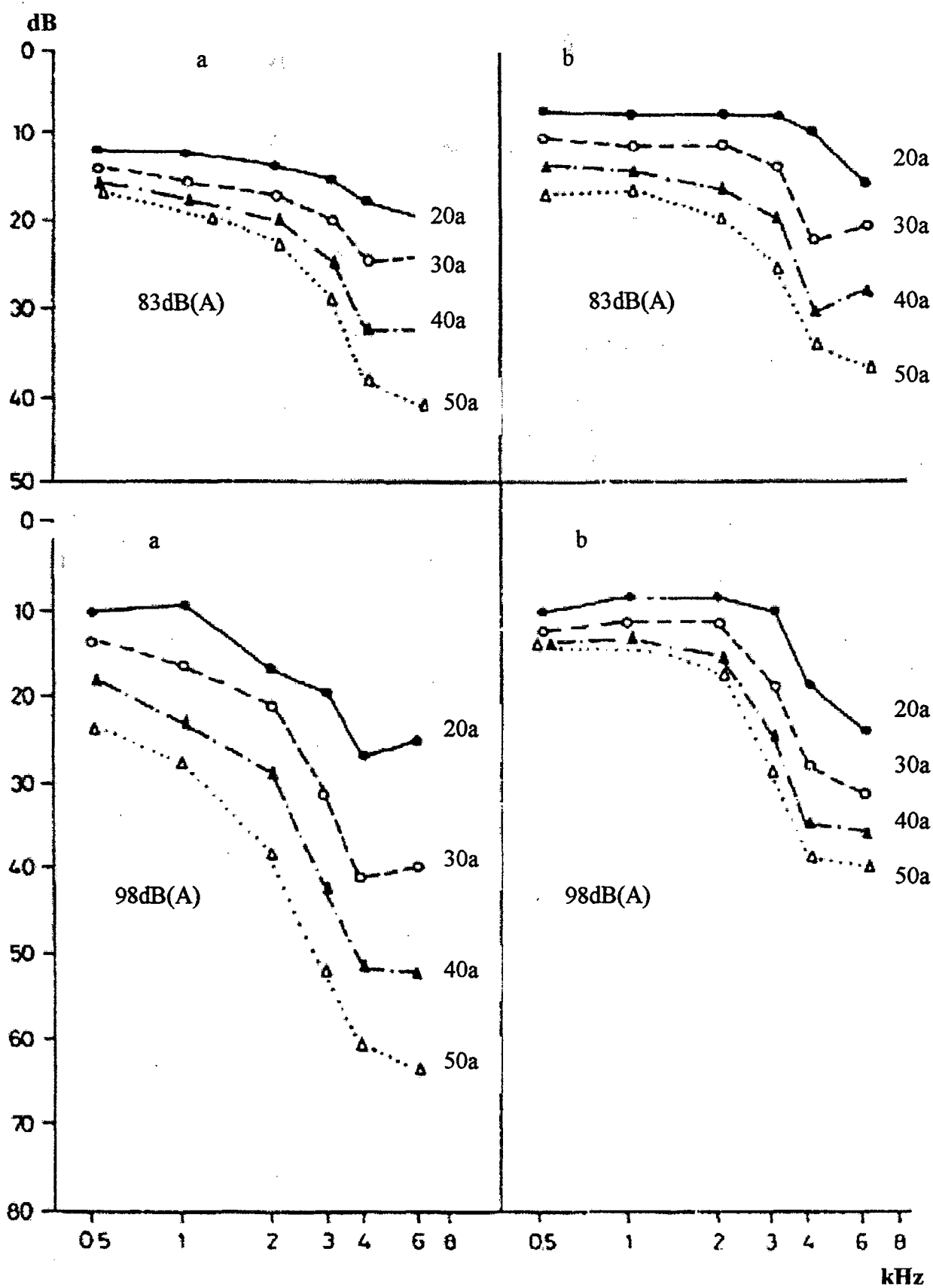


Figura 2.10 – Curvas mostrando o efeito da idade para homens (a) e mulheres (b) expostos a níveis ocupacionais de 83dB(A) e 98dB(A) para 20, 30, 40 e 50 anos. (Fonte: Szanto & Ionescu, 1983).

Kryter (1983) relata que há uma redução gradual na sensibilidade auditiva com o aumento da idade, principalmente, a partir dos 20 anos. Existe, ainda, alguma indicação de que esta tendência comece numa faixa etária mais recente.

Andersson, Melin, Scott et al (1995) afirmam que a perda auditiva prossegue, gradualmente em, aproximadamente, um terço dos indivíduos nos seus sessenta anos. Com o aumento da idade, a razão de prevalência cresce, fazendo da perda auditiva uma das mudanças mais comuns associadas ao envelhecimento.

Öhrström, Bjorkman e Rylander (1979) em suas investigações, realizadas em indústrias de manufatura e têxteis, concluíram que as diferenças entre os incômodos provocados por exposições ao ruído, nos dois grupos, provavelmente não estavam relacionadas à diferença entre suas idades. Na indústria de manufatura eles observaram que os trabalhadores mais idosos foram os mais incomodados, enquanto na indústria têxtil, ocorreu o contrário.

Observações muito interessantes da relação exposição ao ruído versus idade são apresentadas por Atherley e Noble (1985), os quais fazem várias citações de estudos realizados por Gottstein e Kayser, e Barr nos anos 1881 e 1886, na Alemanha e Escócia, respectivamente. Gottstein e Kayser encontraram um percentual de 40,0% de alta perda auditiva entre os trabalhadores em indústria metalúrgica, com idade  $\geq 20$  anos. Barr, por sua vez, desenvolveu um estudo para examinar a surdez ocupacional num grupo de operadores de caldeiras com faixa etária compreendida entre 17 e 60 anos. Os resultados comprovaram a prevalência de perda auditiva nos trabalhadores com idade mais avançada e com maior tempo de exposição a níveis sonoros.

#### **2.20.1.8. Interferência sobre o sexo**

No estudo realizado por Gullian e Thomas (apud Smith, 1989), os autores verificaram que o ruído reduziu o ritmo de trabalho em mulheres, enquanto que este teve pouco efeito sobre os homens, trabalhando no mesmo ambiente. Já o estudo de Edmonds e Smith (apud Smith, 1989) não demonstrou nenhuma diferença entre os sexos quanto aos efeitos do ruído.

Cozad et al (apud Kryter, 1983), numa pesquisa realizada com 18600 estudantes, encontraram, através dos exames audiométricos, um aumento contínuo na percentagem de estudantes com perda auditiva sensorioneural com a idade entre 6 e 18 anos, e que a incidência era cerca de quatro vezes maior naqueles do sexo masculino..

Kwitko (1996) realizou estudo audiométrico num grupo de 187 trabalhadores expostos a ruídos, sendo que 73 trabalhavam expostos a níveis <80dBA, dos quais 48% apresentaram perda auditiva, e 52% permaneceram com audição normal. Outro grupo de 114 trabalhadores, que estava exposto a ruídos com níveis >81dBA, 52,7% apresentou perda auditiva e 47,3% apresentaram audição normal. Os resultados mostraram que para o sexo masculino, ocorreu prevalência de perda auditiva para o menor nível na faixa etária entre 20 e 40 anos e para o maior, na faixa acima de 41anos. Já para o sexo feminino, a prevalência ocorreu apenas no menor nível na faixa superior a 41 anos.

Outros estudos (Royster, Royster e Thomas,1980; Szanto e Ionescu, 1983; Bauer, Köpert e Neuberger et al 1991) têm mostrado que a perda dos limiars auditivos entre homens é superior ao das mulheres. As mulheres, segundo Hall (1990), continuam a demonstrar melhor audição do que os homens na idade adulta. As diferenças são, provavelmente, pelo fato de os homens se exporem mais aos estímulos sonoros, principalmente, no ambiente de trabalho, do que as mulheres.

#### **2.20.1.9. Interferência sobre a ocorrência de erros**

Uma das pesquisas pioneira e muito interessante mostra a preocupação voltada aos efeitos da exposição ao ruído sobre o desempenho e erros cometidos pelo trabalhador, considerando a natureza da intensidade sonora. Esta se refere ao trabalho realizado por Obata, Morita, Hirose et al (1934), que fizeram observações num grupo de adolescentes e num grupo de adultos. Os indivíduos desenvolveram tarefas de cancelamento, cálculo e transcrição previamente elaborados, num limite de tempo estipulado sob condições ambientais com exposição a ruídos e sem exposição. O resultado mostrou que o fator redutor da eficiência não foi a exatidão das resoluções, mas a velocidade a qual, sem dúvida, fora atribuído à natureza do trabalho, bem como a forte pressão sentida pelos indivíduos no esforço de evitar erros pelos efeitos do ruído.

Colleoni, Fiss e Toldo et al (1981) afirmam que o barulho (ruído) excessivo acarreta uma redução mais perceptível na precisão do trabalho do que a redução na produtividade como um todo.

Gawron (1982) cita, como exemplo a transmissão de palavras ou sílabas quando apresentadas num ambiente ruidoso. O número de palavras registradas corretamente diminuiu



na presença do ruído, enquanto o número de erros e o percentual de palavras mal entendidas aumentam, concluindo, que o número de erros aumentou na presença do ruído.

Smith e Stanfeld (apud Smith, 1989) compararam os registros de erros entre indivíduos que residiam próximo a um aeroporto, cujo nível de ruído era alto, com um outro grupo que residia numa área com baixo nível de ruído no desempenho de suas tarefas. Em cada grupo havia indivíduos considerados altamente sensíveis, enquanto outros não. O resultado mostrou que o grupo exposto a altos níveis possuía uma ocorrência de erros mais elevada do que aquele residente na área menos ruidosa.

#### **2.20.1.10. Interferência sobre o sono**

O sono é um fator biológico essencial para a sobrevivência saudável do ser humano, seja ele trabalhador ou não. Uma das interferências externas mais comum e mais incomodante para a maioria dos indivíduos, em relação ao período de repouso ou de sono, trata-se do ruído. Os indivíduos, geralmente, buscam um ambiente tranquilo para repousar ou mesmo dormir. Há indivíduos que por vezes utilizam-se da música para mascarar um pouco a ação do ruído externo, ou até mesmo como terapia.

De acordo com Gasaway (1985), a seriedade das interrupções do sono depende não somente do estímulo sonoro, mas, também, das condições física e mental do indivíduo, do horário e do padrão de perturbação. Segundo Borg (1981), os efeitos biológicos e/ou comportamentais mais largamente reconhecidos do ruído é a sua interferência com o sono. Tais efeitos são bem comprovados nos estudos de laboratório, tanto nos indivíduos, quanto em animais.

Westman e Walter (1981) descrevem que a disfunção do corpo humano pode ser categorizada, de acordo com o grau de influência do ruído, em cinco funções básicas inter-relacionadas que influenciam o bem-estar físico, mental ou social do indivíduo, que são: a audição, o sono, o desempenho, a comunicação e o estado emocional. Os autores afirmam que o maior volume de queixas sobre o ruído, surge dos incômodos agressivos ao repouso e/ou sono.

Miller (1974) argumenta que sons breves, de intensidade suficiente e de níveis flutuantes, podem alterar o padrão do sono normal. Suter (1991), por outro lado, afirma que o ruído é uma das formas mais comuns de incômodo do sono, e que este incômodo provoca

efeitos adversos sobre a saúde e o bem-estar do indivíduo. A interferência do ruído sobre o repouso e o sono é um dos componentes críticos de incômodo comunitário.

### **2.20.2. Efeitos Indiretos do Ruído**

A exposição do trabalhador ao estímulo sonoro de alta intensidade, tem sido considerada como a etiologia de inúmeras alterações sobre suas funções orgânicas, principalmente quando em atividades ocupacionais. Melnick (1989) cita alguns efeitos resultantes da exposição ao estímulo sonoro, tais como irritação, queda na produtividade, alterações biológicas na frequência cardíaca, pressão sanguínea e alterações psicológicas. Pode-se conceituar o termo indireto ou não-auditivo, como o efeito sobre a saúde e o bem-estar do indivíduo provocado pelas várias exposições, trazendo como resultado, alterações biopsicossociais diversas.

A NR-15 faz referência aos termos salubridade e insalubridade. Estes termos, na realidade incorporam o sentido de doença e saúde. A definição dada pela Organização Mundial da Saúde tem sido considerada como um marco na definição de saúde. Assim, um modo de como os fatores ambientais influenciam o estado de saúde do trabalhador no ambiente ocupacional é através de um agente estressante, que, no caso específico, é o ruído.

O ruído também tem sido responsabilizado pelo aparecimento de uma variedade de problemas de saúde (hipertensão, taquicardia, psicoses, neuroses, úlceras, gastrites e outros), além da perda auditiva propriamente dita. Alguns estudos sobre os efeitos extra-auditivos baseiam-se em pesquisas cuidadosamente desenvolvidas, as quais têm recebido aprovação por parte da comunidade científica (Obata, Morita, Hirose et al, 1934; Glorig, 1961; Miller, 1974) Outros, porém, têm sido severamente criticados por não apresentarem resultados convincentes.

O fato é que a obtenção da validade dos dados, às vezes, se torna muito difícil em virtude do volume de variáveis intervenientes que devem ser controladas. Existem, ainda, dificuldades relacionadas às interpretações das averiguações desempenhadas, tanto em laboratórios quanto em campo, de caráter teórico ou empírico, que geram muitas controvérsias. Um exemplo clássico que pode ser dado é a revisão realizada por Van Dijk (apud Suter, 1991) em doze estudos representativos. Metade deles mostrava relação positiva entre exposição ao ruído e pressão sanguínea, e a outra metade não mostrava qualquer efeito significativo. Dentre as críticas mencionadas por Van Dijk, estavam: a descrição inadequada

do ruído e as medidas da pressão sangüínea; ausência ou controle inadequado das variáveis intervenientes; e, a questionabilidade na interpretação dos resultados.

Van Dijk (1986) classificou os efeitos não-auditivos em quatro grupos: efeitos somáticos ou vegetativos (biológicos); efeitos vestibular; interferência em atividades; e, efeitos psicológicos.

O ruído ambiente interage com outros fatores de modo a afetar o trabalhador. Outras evidências de sua agressividade sugerem que seus efeitos estressantes sejam, ainda, dependentes do tipo de atividade, do tipo de ambiente e do próprio trabalhador.

A exposição sonora, segundo alguns estudos (Seligman, 1993; Quick e Lapertosa, 1981; Finkelman, Zeitlin, Romoff et al, 1979; Kent, Gierke e Tolan, 1986; Griefahn e di Nisi, 1992), gera impactos biológicos que podem contribuir para a etiologia de doenças cardiovasculares, cuja extensão das respostas autônomas durante estimulações intensas, são consideradas como critério relevante. De acordo com os autores, durante uma exposição aguda, a resistência periférica total e a pressão sanguínea arterial tendem a aumentar.

No ambiente industrial, o trabalhador encontra-se exposto a agentes físicos e/ou químicos, tais como, frio, calor, radiações, odores, gases, pressões, vibrações e ruídos, em níveis elevados. A exposição ao ruído apresenta o seu caráter nocivo atingindo o trabalhador sob uma multiplicidade de aspectos, pois este chega a afetar não apenas o aparelho auditivo, com danos muitas vezes irreparáveis, mas também lhe causam alterações biológicas, psicológicas e sociais.

Öhrström, Bjorkman e Rylander (1979) investigaram, entre trabalhadores, os efeitos não-auditivos em duas indústrias distintas. O resultado comprovou que numa indústria têxtil, a evidência de dores de cabeça e cansaço foi muita elevada; enquanto numa indústria de manufatura de equipamentos, uma percentagem muito mais alta de trabalhadores disse que o ruído dificultava-lhes na condução de suas tarefas. Também, foi observada a evidência de sintomas de vertigens e náuseas entre os trabalhadores.

Muitos estudos realizados dentro de instalações industriais, com o propósito de averiguar os efeitos do ruído pela presbiacusia, parecem refletir uma associação de efeitos da presbiacusia e socioacusia, principalmente, nos indivíduos do sexo masculino (Miller, 1974; Smith, 1989; Touma, 1991).

Segundo Kryter (1983), o trabalhador sofre mais de socioacusia e de um maior grau de desordem otológica, presumidamente não relacionada ao ruído (exposição direta) do que aquelas encontradas na população em geral.

Melamed e Bruhis (1996) realizaram um estudo em 35 trabalhadores saudáveis, com idade entre 27-58 anos, nos quais foram observados três efeitos de exposição ao ruído: nível de excreção de cortisol, nível de fadiga e irritabilidade. Os resultados mostraram que a exposição crônica ao ruído alterou o padrão de excreção do cortisol, e este foi acompanhado por sintomas de fadiga e irritabilidade pós-trabalho.

O ruído é considerado como um forte estressor biológico não específico, cuja resposta prepara o organismo para um estado de “luta” ou de “fuga” diante de determinada situação. Os estudos sobre as alterações biológicas, atribuídas à exposição ao ruído são muito importantes. As inúmeras reações do organismo à ação do ruído, sofrem intervenção do sistema nervoso vegetativo (sistema autônomo). Acima de um certo nível de intensidade, o ruído pode ativar o sistema nervoso simpático, elevando dentre outras coisas, a secreção de hormônios e uma mudança na circulação sanguínea.

Muitos fatores externos podem provocar o desenvolvimento de hipertensão no trabalhador. Dentre eles, a exposição a altos níveis de ruído industrial, cujo efeito danoso tem sido comprovado, não somente sobre a audição, mas também, provocando alterações na pressão arterial significativamente elevada.

Andrén, Hansson, Björkman et al (1980) verificaram que num grupo de 18 trabalhadores do sexo masculino, sob os efeitos da exposição a níveis de 95dB(A) freqüente em instalações industriais, os estímulos causaram um aumento estatisticamente significativo na pressão arterial diastólica em todos os trabalhadores. Assim, eles concluíram que o ruído podia ser considerado como um dos fatores externos que contribuem para o desenvolvimento de hipertensão em indivíduos do sexo masculino, particularmente, àqueles suscetíveis.

Osada (1988) comenta que efeitos biológicos e patológicos, crônicos e agudos, provocados pelos estímulos sonoros, aparecem sobre as funções cardiovasculares, gastrointestinais e metabólicas. Estes efeitos, isto é, suas interferências sobre as atividades diárias, influências emocionais e outros efeitos somáticos, interagem entre si via sistema reticular.

Ährlin e Öhrström (1978) citam o estudo realizado por Jansen com trabalhadores de uma siderúrgica cuja faixa etária estava entre 20-60 anos. Foi pesquisado um total de 1005 trabalhadores, divididos em dois grupos. Um grupo exposto a ruído de 90dB(A) e outro grupo exposto a nível bem mais baixo. O resultado mostrou que um percentual significativamente mais elevado do grupo, exposto a alto nível de ruído, manifestou reações vegetativas em maior número do que o outro grupo.

Van Dijk, Souman e Vries (1987b) realizaram estudo sobre os efeitos não auditivos do ruído numa amostra de 539 trabalhadores do sexo masculino de sete indústrias, sujeitos a uma larga variedade de estímulos sonoros (<86dB(A) a >95dB(A)). O resultado não mostrou relação entre a exposição ao ruído e a pressão sanguínea, contudo, 50% dos trabalhadores evidenciaram problemas por falta de concentração. Um terço relatou sentimento de tensão e irritabilidade e consideraram o ruído como um fator contribuinte.

Sakamoto (1997) tem desenvolvido um trabalho de avaliação do relacionamento entre o modo de identificação, modo emocional e resposta fisiológica num grupo de indivíduos, quando expostos a níveis de ruído equivalente variando de 60 a 61dB(A) de várias fontes. Após ouvir a fonte sonora, as respostas do modo de identificação da fonte sonora e do emocional foram verificadas via questionário, enquanto as respostas fisiológicas foram monitoradas continuamente através do controle da pressão sanguínea e do pulso, cujos níveis variavam significativamente cada vez que o indivíduo fazia a identificação correta da fonte sonora.

Tarter e Robins (1990) estudaram a prevalência de hipertensão e a média de pressão sanguínea entre 150 trabalhadores brancos e 119 trabalhadores negros, expostos a níveis  $\geq 85$ dB(A), por um período mínimo de cinco anos. O resultado mostrou que os trabalhadores negros tinham a média de pressão sanguínea ligeiramente alta, e foram mais prováveis de serem hipertensos e tomarem medicações anti-hipertensivas.

Cohen e Weinstein (1981) relatam em pesquisas industriais que o ambiente com exposições ao ruído, resulta num aumento do estresse emocional e da ansiedade. Os autores citam, ainda, estudos que associam a razão da admissão de pacientes em clínicas psiquiátricas, com a exposição ao ruído.

Trabalhadores que estão habitualmente expostos ao ruído de alta intensidade mostram incidência crescente de queixas nervosas, náuseas, cefaléias, impotência sexual, mudanças de humor, e outros sintomas.

Muitos efeitos biológicos provenientes de exposições a ruídos foram, também, comprovados em pesquisas de laboratórios. Sabe-se que exposições às altas intensidades e de longas durações provocam alterações neurovegetativas. Kwitko, Pezzi e Silveira (1996) afirmam que a possível associação entre exposição ao ruído e elevação da pressão arterial é uma área de significativo interesse devido os riscos de doença cardiovasculares, cerebrovasculares e renais. Os autores desenvolveram um estudo para avaliar a relação entre exposição a diversos níveis de pressão sonora ocupacional, P.A.I.R. e a elevação da pressão arterial numa população de 473 trabalhadores (de ambos os sexos) de setores operacionais

expostos a níveis <85dB(A), 86 a 100dB(A) e >101dB(A). O resultado indicou que 84% do grupo de estudo não apresentou pressão arterial elevada, enquanto 16% sim; e no grupo controle, 68,4% apresentou elevação da pressão arterial, e 31,6% não.

Colleoni, Fiss, Toldo et al (1981) comentam que na faixa de baixa frequência (abaixo de 16Hz), alguns sintomas provocados pelos efeitos do ruído, são: enjôo, vômitos e tonturas. A medida que a frequência aumenta, os efeitos são diferentes e são encontradas alterações na atenção, concentração mental, ritmo respiratório e cardíaco, irritabilidade, perda do apetite, dentre outros.

Brown, Thompson e Folk (1975) já haviam estudado os efeitos fisiológicos não auditivos sobre pilotos expostos a ruídos de alta intensidade. Um grupo de estudo composto de 22 pilotos foi submetido a observações. Um grupo controle de 29 pilotos de setores administrativos de mesma idade e situações social e econômica foi selecionado. O resultado revelou que a média das razões das batidas cardíacas flutuou consideravelmente e foi estatisticamente significativa, para cada grupo. A média da pressão arterial sistólica no grupo de estudo subiu levemente nas primeiras verificações, caindo na quarta verificação. No grupo controle, a pressão arterial sistólica começou a subir após a quarta verificação. A pressão arterial diastólica foi significativa para ambos os grupos. O nível de colesterol diminuiu levemente a cada verificação para ambos os grupos.

Tem-se estudado, também, que a exposição ao ruído ocupacional, tem efeito indireto sobre o feto. Os possíveis efeitos, também, induzem reações de estresse na genitora, provocando distúrbios reprodutivos. No estudo executado por Nurminen (1995) foram verificados os efeitos do ruído sobre mulheres grávidas submetidas a exposições ocupacionais com níveis  $\geq 85$ dB(A), sujeitas, ainda, a turnos de trabalho. O resultado evidenciou que o ruído pode ter efeitos negativos sobre o peso da criança ao nascer, bem como, afetar o período normal da gestação. O autor faz referência a alguns estudos desenvolvidos em vários países a respeito da exposição ao ruído e mudanças de turnos de trabalho na classe trabalhadora feminina.

Rachootin e Olsen (1983) realizaram pesquisa cuja finalidade era testar e gerar hipóteses, levando em consideração as etiologias da infertilidade ocupacional de trabalhadoras expostas a níveis de ruído industrial. Os resultados evidenciaram, dentre outros, que as mulheres expostas ao ruído possuem um processo de concepção muito demorado, quando comparadas a um grupo controle formado de mulheres que trabalham em ambientes não ruidosos.

Muitos estudos têm reconhecido que a exposição prolongada ao ruído causa alterações nos sistemas orgânicos. Os de caráter experimental, mostram a influência do ruído agindo sobre os sistemas cardiovascular, endócrino, digestivo, neurológico, reprodutivo, e outros (Quick e Lapertosa, 1981; Rai, Singh Upadhyay et al, 1981; Hamernick, Ahroon e Davis, 1989; Smith, 1991; Nurminen, 1995).

Wu, Chou e Chang (1987), pesquisando sobre os efeitos extra-auditivos do ruído, realizaram um estudo com o propósito de verificarem a existência de relação entre a P.A.I.R. e alteração na pressão sangüínea, num grupo de trabalhadores de uma indústria siderúrgica. Foram aplicados testes audiométricos em 151 trabalhadores, além de um questionário. A média dos limiares auditivos para ambos os ouvidos, na freqüência de 4000Hz, foi mais acentuada do que nas outras, mas a variação da pressão sangüínea, não pôde ser explicada suficientemente pela variável perda auditiva, isto é, não houve uma correlação significativa.

Singh, Rai, Bhatia et al (1982) observaram os parâmetros biológicos de 75 trabalhadores expostos ao ruído ocupacional de 88 a 107dB(A), durante 6 a 8h/d, por um período de 10 a 15 anos. Foram comparados a um grupo controle de 36 trabalhadores não expostos ao ruído. A pressão arterial, bem como a ritmia cardíaca mostraram-se significativamente mais altas no grupo exposto ao ruído. A conclusão foi que exposições de longas durações produzem aumento da pressão arterial e da ritmia cardíaca. Também, parece alterar a elasticidade dos vasos sangüíneos e modificar o equilíbrio autonômico.

Rai, Singh, Upadhyay et al (1981) procederam a um estudo comparativo dos parâmetros bioquímicos entre um grupo controle e um grupo de estudo exposto a níveis de ruído entre 88 a 107dB(A), trabalhando 6 a 8 h/d, durante 10 a 15 anos. O resultado mostrou que o nível de colesterol livre e o soro cortisol foram encontrados significativamente mais altos no grupo de estudo. Os autores concluíram que as exposições a altos níveis de ruído, e com longa duração, causaram mudanças bioquímicas, deixando os indivíduos propensos a patologias cardiovasculares.

Do ponto de vista psicofisiológico, os sintomas são sinais de desequilíbrio funcional no organismo e não causas em si. O sinal do sintoma, no entanto, se não for convenientemente valorizado, poderá transformar-se numa causa psicológica tornando a situação mais complexa. As dimensões dos impactos desses sintomas desencadeiam relações biopsicossocais que vão se incorporando ao indivíduo.

Hétu, Lalonde e Gety (1987) investigaram as dimensões das desvantagens psicossociais da perda auditiva ocupacional, relacionada às reações por parte da família do trabalhador com deficiência auditiva. Foi pesquisado um total de 190 trabalhadores de uma fábrica de motores

elétricos sujeitos a exposições de ruídos durante a jornada de trabalho. O grupo investigado respondeu a um questionário, o qual podia ser respondido juntamente com o cônjuge. Segundo os autores, a família traz consigo várias desvantagens resultantes, que contribuem para a deficiência do trabalhador quando exposto ao ruído. Isto implica que as respostas espontâneas da família, a esta deficiência e aos pós-efeitos, apenas contribuem para as desvantagens psicossociais. Os autores verificaram que existe claramente a necessidade de envolver a família em qualquer programa de reabilitação que objetivasse prevenir ou reduzir as desvantagens provocadas pela perda auditiva ocupacional.

Vários experimentos de laboratórios comprovam que o indivíduo exposto a altos níveis de ruído tem alterado o volume das glândulas endócrinas, o ritmo respiratório e cardíaco, dentre outros (Miller, 1974; Moller, 1977; Kristensen, 1989; Smith, 1991; Kwitko, Pezzi e Silveira, 1996).

Santos, Bethancourt e Tedesco (1992) fazem referência a uma experiência realizada numa indústria siderúrgica. Foi feito um levantamento das queixas mais freqüentes numa população exposta a ruídos de 105dB(A), sendo que as queixas mais registradas foram dor de cabeça, problemas gástricos, zumbidos, insônia, irritabilidade e tendência à agressividade. O percentual do grupo de estudo, comparado ao grupo controle, foi elevado. Os autores informam que após 18 meses de medidas preventivas tomadas contra o ruído, o percentual de queixas diminuiu significativamente.

Westman e Walters (1981) citam estudos em que são identificados efeitos indiretos do ruído, tais como, elevação da pressão arterial, cefaléias, fadiga, ansiedade, depressão, baixa resistência a doenças, irritabilidade, perda de peso, desordens digestivas. Citam, ainda, a existência consistente de correlação entre exposição prolongada a ruído de alta intensidade e uma prevalência aumentada de hipertensão, como também, desordens cardiovasculares em crianças e adultos; anormalidades neurológicas e reprodutivas.

Existe uma larga evidência experimental e de campo que comprova a influência perturbadora do ruído sobre diversos aspectos do rendimento do indivíduo no seu ambiente de trabalho, bem como sobre suas funções orgânicas (Price, 1976; Kjellberg, 1990; Arend, Gemmert e Galen, 1997; Nurmien, 1995).

Indivíduos que desenvolvem suas atividades ocupacionais expostos a ruídos intensos, compreendidos entre 75 e 90dB(A), segundo afirmação registrada em estudo realizado por Barbenza e Uhrlant (apud Barbenza, Uhrlant e Vila, 1989), apresentam uma variação de sensibilidade ao ruído, correlacionada positivamente com a variável nervosismo. Barbenza e colaboradores perceberam que os indivíduos mais suscetíveis ao ruído são significativamente



mais instáveis emocionalmente do que os não suscetíveis; e que os indivíduos suscetíveis ao ruído são predominantemente introvertidos.

Na pesquisa realizada por Quick e Lapertosa (1981) são citadas várias referências que confirmam que a exposição ao ruído provoca alterações no sistema nervoso central, endócrino e digestivo; alterações na vida sexual (principalmente nos homens); dilatação das pupilas e tremores da visão.

Talbott, Helmkamp, Mathews et al (1985) realizaram estudo experimental numa amostra de trabalhadores, a qual foi dividida em dois grupos. Um grupo de estudo, composto por 197 trabalhadores expostos a níveis de ruído  $\geq 89\text{dB(A)}$ , e um grupo controle composto por 169 trabalhadores expostos a níveis de ruído  $< 81\text{dB(A)}$ . O resultado mostrou uma relação significativa entre pressão arterial sistólica e idade, para ambos os grupos. Houve um aumento de pressão arterial entre os trabalhadores com P.A.I.R. severa, comparada àqueles com menor grau de P.A.I.R. Houve, ainda, uma proporção significativamente grande de trabalhadores com idade acima de 56 anos, de ambos os grupos, acometidos de hipertensão, naqueles com P.A.I.R. severa, comparada àqueles com menor P.A.I.R.

Talbott (1999) conduziu uma pesquisa em duas indústrias entre 643 trabalhadores com idade entre 40 a 63 anos, sujeitos a níveis de ruído  $\geq 89\text{dB(A)}$ , e  $\leq 83\text{dB(A)}$ , respectivamente. O estudo procurou investigar se havia relação entre exposição ao ruído ocupacional e aumento de pressão arterial entre os trabalhadores. As verificações consistiram nas medidas do perfil audiométrico, pressão arterial, histórico médico, ocupacional, militar e *hobbies*, e níveis de ruído ao qual encontravam-se expostos. O resultado evidenciou uma associação significativa da exposição cumulativa do ruído e a pressão arterial diastólica em ambas as indústrias, mas na indústria mais ruidosa, o efeito foi mais acentuado.

Melamed, Fried e Froom (2001) estudando um grupo de trabalhadores expostos a ruídos ocupacionais de altos níveis, verificaram que aqueles cujas atividades eram complexas, mostram aumento na pressão sanguínea arterial, e que aqueles expostos a níveis mais baixos, houve aumento pequeno da pressão sanguínea arterial.

Melamed, Luz e Green (1992) estudaram o impacto da exposição crônica ao ruído sobre sintomas do distresse psicológico entre trabalhadores (1680 homens e 688 mulheres) submetidos a níveis de ruído  $< 75\text{dB(A)}$ , 75 a  $84\text{dB(A)}$  e  $\geq 85\text{dB(A)}$ . Os resultados comprovaram que para os homens, os níveis de exposição geraram insatisfação no trabalho e irritabilidade após o trabalho, enquanto nas mulheres, intensificaram-se as queixas somáticas, ansiedade e depressão.

Seligman (1993) apresenta um importante trabalho de revisão, a respeito dos efeitos não-auditivos do ruído, fazendo menção às seguintes alterações que acontecem no organismo do indivíduo: alterações neurológicas, cardiovasculares, bioquímicas, vestibulares, digestivas e comportamentais.

Kristensen (1989), comentando sobre doenças cardiovasculares e ambientes de trabalho, procedeu a uma das maiores revisões de literatura sobre estudos epidemiológicos nesta área. De um total de 2000 referências observadas, 700 foram consideradas relevantes. Ele selecionou vários fatores que podem estar relacionados às doenças cardiovasculares, tais como, mudanças no trabalho, frio, calor e outros, bem como, o ruído. Com relação a este, ele observou que o ruído parece, fundamentalmente, aumentar o risco para doenças cardiovasculares pelo aumento da pressão arterial. Entretanto, o efeito é tão modesto para o indivíduo exposto, que seria difícil demonstrar em estudos epidemiológicos.

Segundo Miller (1974), existem evidências de que animais expostos a níveis altos de ruído, interagem com este através de suas funções reprodutivas, viroses, além de outros efeitos patológicos. Dentre estes, citam-se: hipertrofia de glândulas, desenvolvimento anormal do feto e lesões cerebrais. As evidências observadas em trabalhadores foram: alta incidência de desordens cardiovasculares; problemas de ouvido, nariz e garganta.

Bahadori e Bohne (1983) comentam que exposições ao ruído causam nas células ciliadas degenerações e, eventualmente, pode levar à perda auditiva permanente. O modo mais efetivo para diminuir a incidência da P.A.I.R. é educando os indivíduos a respeito dos efeitos adversos à saúde, da exposição excessiva e ensiná-los como se proteger. A perda auditiva causada pela exposição excessiva ao ruído é uma perda sensorioneural permanente, que nenhuma intervenção médica cirúrgica pode restaurar. A P.A.I.R. frequentemente se mostra evidente, primeiro para as frequências acima daquelas mais importantes para a discriminação da fala (500-3000Hz). A magnitude e o padrão do dano estrutural no interior da cóclea, resultante de uma dada exposição, dependem de vários fatores, sendo que os mais importantes são: intensidade, frequência e duração do estímulo sonoro. Deve-se lembrar que a exposição excessiva ao ruído destrói as células sensoriais do ouvido; o dano auditivo ocorre com “bons sons (música)” bem como com “maus sons (ruído)”; e que um bom método de reduzi-lo seria limitar a exposição cumulativa.

Para Smith (1991) o ruído age como um estressor não específico, com a estimulação principal levando à mudanças no sistema de ativação reticular. O ruído pode influenciar a função cardiovascular e até aumentar a quantidade de cortisol, produzir mudanças de estado emocional e de humor. Ele interrompe o sono, e esta interrupção leva a uma deterioração do

estado de saúde. Os efeitos do ruído são vistos nas respostas biológicas que são aqueles efeitos sobre a respiração, razão do coração, vasoconstrição, aumento do cortisol, glicose, adrenalina e noradrenalina, aumento da pressão sanguínea, e outros. Neste estudo, Smith mostra, ainda, outros efeitos do ruído sobre a saúde do indivíduo. Trabalhadores em ambientes ruidosos apresentam incidência de queixas nervosas, náuseas, dor de cabeça, mudança de humor, ansiedade, além de conflitos sociais no próprio lar. O ruído interfere no sono, prolongando o tempo de adormecimento, causando despertamento e dificultando o retorno ao sono. O ruído, em muitas situações industriais, não age com exclusividade sobre o organismo do trabalhador, pelo contrário, existem, nos ambientes organizacionais, vários outros agentes estressantes, cujas características encontram-se ligadas a ele.

Ahrlin e Ohrström (1978) citam vários estudos (Jansen, 1961; Kaisdorf e Klappach, 1968;; Parvizpoor, 1976; Jonsson e Hasson, 1977) os quais demonstram que trabalhadores expostos a níveis de ruído acima de 90dB(A), na sua maioria, manifestam elevação de pressão arterial sanguínea. Os autores sugerem que exposições repetidas e prolongadas a um agente estressante, constituem-se em fortes fatores contribuintes para a elevação da pressão sanguínea.

Conforme estudo empreendido por Kjellberg (1990) a relação entre as respostas subjetivas ao ruído e suas características físicas tem sido alvo de grandes estudos. Assim, por exemplo, certo aumento no nível de ruído, geralmente, aumenta a audibilidade e o incômodo. Como a máxima sensibilidade encontra-se dentro da faixa de frequência de 500-5000Hz, diminuindo tão rapidamente nas bandas de frequência mais baixas, e acima de 15kHz, poucos indivíduos conseguem ouvir qualquer estímulo. Tem-se observado que qualquer mudança súbita no estímulo sonoro, num ambiente de trabalho e/ou comunitário, interrompe o desenvolvimento de uma certa tarefa. Por isso, a distração é considerada como um fator negativo relevante para exposições, cujos níveis sejam variáveis e significantes. Os efeitos do ruído sobre o desempenho das atividades num ambiente ocupacional têm despertado grande interesse no contexto organizacional. Além da distração, o mascaramento de sinais audíveis, importantes no desempenho de certas tarefas, que envolvem a ação do aparelho auditivo, podem ser prejudicados.

Nos estudos realizados por Frankenhaeuser e Lundberg (1974), os indivíduos foram submetidos a tarefas mentais sob condições de ruído com níveis altos e baixos. Os autores não encontraram efeito do ruído sobre o desempenho das tarefas, mas ocorreu forte liberação de hormônios. Isto é, não houve efeito comportamental, todavia houve alterações biológicas.

Miranda e Dias (1998) realizaram um estudo da prevalência da perda auditiva induzida pelo ruído, num grupo de trabalhadores em bandas de tríos elétricos. Além dos níveis de pressão sonora e do tempo de exposição, a ocorrência de perda auditiva está ligada, também, a outros fatores, como a suscetibilidade, consumo de drogas, idade, sexo, dentre outros. A suscetibilidade individual demonstra ser o fator prioritário na origem da perda auditiva induzida pelo ruído. Uma análise comparativa, realizada pelos autores, permitiu concluir que os músicos de banda de rock e orquestras sinfônicas são menos atingidos pelos estímulos sonoros, do que os de tríos elétricos. Os resultados evidenciaram que a prevalência de P.A.I.R. foi de 40,6%. Em mais da metade dos casos diagnosticados de P.A.I.R., com a evolução de lesões após o aprofundamento para as altas freqüências, as perdas dispersaram-se progressivamente para as freqüências de 3kHz e para as mais baixas (2000-250Hz).

McKenna (In: Ballantyne, J; Martin, M. C; Martin, A.,1995) argumenta que os resultados de várias pesquisas quanto às conseqüências psicológicas atribuíveis à P.A.I.R., sugerem que muitos indivíduos, de fato, apresentam distúrbios sociais e psicológicos. A P.A.I.R. pode conduzir a mudanças importantes no modo de vida do trabalhador. A depressão e a ansiedade, por exemplo, são dois fatores muito considerados nesta problemática. Ambos são os problemas psicológicos mais freqüentemente observados naqueles com perda auditiva.

No estudo realizado por Sundstrom (1987), o autor menciona que o ruído é um dos aspectos mais estudados do ambiente físico do trabalho. Dentro do ambiente, o ruído tem sido visto como uma fonte de insatisfação e, algumas vezes, como algo que prejudica o desempenho, principalmente das atividades ocupacionais. Segundo Sundstrom, avaliar as influências do ruído sobre o desempenho, é uma tarefa complexa. Uma possível razão desta complexidade, talvez seja a variedade de processos psicológicos prováveis de serem lembrados durante o estímulo sonoro. Por exemplo, se o nível de ruído é alto, cria-se um "arousal", até ser aliviado pelo processo de adaptação. Neste caso, o ruído alto que não seja familiar, e não esperado, desperta o reflexo orientado, provocando distração, isto é, bloqueia a atenção que por sua vez pode causar interrupção no desempenho da tarefa. Por último, as respostas ao estímulo acústico dependem não somente das suas propriedades físicas, mas ainda, de variáveis psicológicas. Sundstrom argumenta que o ruído é uma fonte importante de incômodo e insatisfação no ambiente de trabalho (e no comunitário, também - *grifo do autor*). Sundstrom et al (apud Sundstrom, 1987) avaliaram o incômodo provocado por fontes sonoras sobre um grupo de trabalhadores de setores administrativos. Os trabalhadores que perceberam aumento no nível de ruído devido a conversas, telefonemas e digitação, expressaram nível de satisfação mais baixo.

Uma pesquisa realizada por Moser (1988) objetivou avaliar os efeitos do ruído e da sobrecarga ambiental sobre a disposição comportamental do indivíduo em prestar ajuda a outras pessoas. Além da sobrecarga de trabalho, os níveis de ruído ambiental variavam entre 85 e 95dB(A). Os resultados foram mostrados em termos de avaliação cognitiva da situação e de redução da atenção dispensada por parte dos indivíduos. O comportamento destes, quando confrontados com um pedido de auxílio explícito ou implícito, mostrou que o ruído pareceu ser o componente mais importante, que afetava a atenção, bem como provocava recusa até mostrar manifestações patológicas.

Malathi (2001), considerando o conceito de saúde apresentado pela Organização Mundial da Saúde, o refaz, de maneira mais abrangente, dizendo que: “*a saúde é o estado de equilíbrio de vários sistemas orgânicos, proporcionando ao indivíduo funcionamento normal fisiológico, bioquímico e psicológico*”. Segundo o autor, o ruído pode ser uma fonte de estresse quando acima de certos níveis, ou quando o indivíduo encontra-se exposto a longos períodos. Desgaste físico, doenças, depressão dentre outros fatores, influenciam a suscetibilidade do indivíduo ao estímulo sonoro. Assim, o indivíduo trabalhando num ambiente ruidoso pode apresentar além da P.A.I.R., várias alterações biológicas, psicológicas e bioquímicas devido aos efeitos do ruído.

Os indivíduos possuem capacidades biológicas, psicológicas e cognitivas que lhes permitem lidar com seus ambientes. Estas capacidades, todavia, podem ser influenciadas por agentes externos ou situações ambientais, entendidas como estressantes pelo indivíduo. O ruído ambiental, por exemplo, atua como um desses agentes com manifestações subjetivas por parte do trabalhador.

Exposições intensas e permanentes a ruídos ocupacionais podem causar vários distúrbios, alterando significativamente o humor e a capacidade de concentração. De certa, pode provocar interferências no organismo provocando efeitos biológicos (dor de cabeça, fadiga) e psicológicos (irritação) (<http://www.omnicom.com.br/ocanal/saude.html>), Rocha 2001.

Nita, Herman, Ferestraeru et al (2001) realizaram pesquisa entre 10 indivíduos voluntários para verificar os efeitos do ruído industrial sobre o organismo. Os sujeitos que faziam parte do estudo foram expostos a níveis de ruído permanente de 75, 85 e 95dB(A), por um período de 4 horas, sem a presença de outro agente estressor. Os resultados mostraram que: a pressão arterial mostrou alteração em 4 a 10% dos trabalhadores em ambiente ruidosos, e 8 a 14% no grupo em ambiente não ruidoso; níveis de ruído acima de 80dB(A), provocou efeito neuropsíquico inibidor, e níveis acima de 85dB(A), determinou ativação cardiovascular.

Um volume considerável de pesquisas sobre os efeitos do ruído tem sido conduzido nas últimas décadas, e muitas delas estão ligadas ao ambiente ocupacional. Isto tem auxiliado outras pesquisas, para a expansão de conhecimentos, e ao mesmo tempo, suprir certas necessidades no meio organizacional onde o trabalhador desenvolve suas atividades laborais.

Uma coisa que deve ficar bem clara é que todos os efeitos do ruído, considerando o seu grau de variação, estão relacionados ao estresse, simplesmente provocados pela falta de controle. Uma abordagem interdisciplinar quanto a sua ação e seus efeitos daria um entendimento muito mais preciso acerca dos impactos, não somente no sistema auditivo, mas em toda a anatomia humana.

## **2.21. Audiometria no Ambiente de Trabalho e Critérios de Avaliação**

Uma das propriedades básicas do sistema auditivo de qualquer indivíduo trata-se do limiar auditivo para tons puros. Neste caso, o audiômetro é o instrumento utilizado para proceder a medição da sensibilidade auditiva, em algumas frequências específicas. Um audiômetro é um instrumento eletrônico capaz de monitorar com bastante eficiência os limiares de audição, de modo a identificar o nível de perda auditiva do indivíduo.

O exame audiométrico deve ser aplicado em todos os trabalhadores da organização, independente de posição ou cargo, pois todos têm ouvidos, e, portanto, estão sujeitos às alterações auditivas. Este pode ser entendido como sendo um conjunto de procedimentos úteis para a avaliação da audição do trabalhador ao longo dos anos de exposição ao ruído. De acordo com a NR-7 *“o exame audiométrico será executado por profissional habilitado, ou seja, médico ou fonoaudiólogo, conforme resoluções dos respectivos conselhos federais profissionais, sempre pela via aérea nas frequências de 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000Hz, tomadas separadamente para cada ouvido”*.

Todo trabalhador que desempenha atividades exposto a níveis sonoros deve possuir uma ficha médica com registros audiométricos desde a ocasião de sua admissão. Este registro é denominado de *“base-line”* o qual é considerado como sendo a melhor estimativa da audição do trabalhador antes de qualquer exposição ao ruído de caráter danoso ter ocorrido no ambiente de trabalho.

Sundstrom e Sundstrom (1986) revelam que por volta de 1930, muitas empresas começaram a fazer medidas experimentais de controle do ruído. Os resultados demonstraram que houve aumento de produtividade, redução de erros, de absenteísmo e de rotatividade de

trabalhadores. Nos anos 60 e 70, os problemas existentes de ruído no interior de escritórios (setores administrativos - *grifo do autor*) das fábricas, conduziram as empresas às medidas oferecidas pela acústica, isto é, ao controle do ruído. Os locais de trabalho que incorporaram tais medidas, tiveram como resultado um ambiente mais confortável e indivíduos com maior eficiência. Os autores mencionam que as pesquisas sobre os efeitos do ruído datam do começo dos estudos da psicologia experimental com Wilhelm Wundt em 1874, que pesquisou sobre a influência do sinal sonoro em relação ao tempo de resposta do indivíduo.

Existem grandes diferenças nessas respostas individuais dentro dos ambientes ocupacionais, independente da idade, sexo ou até mesmo escolaridade. Moreira e Bryan (1971), por exemplo, mencionam diferenças significantes associadas à ansiedade relacionada ao ruído.

Axelsson (1979) comenta que no indivíduo que sofre de deficiência auditiva induzida pelo ruído, pode-se encontrar um prejuízo auditivo simétrico (bilateral - *grifo do autor*) em frequências agudas, principalmente em 4000 e 6000Hz. Em outras situações, em frequências abaixo de 125Hz, não são incomodados pelo ruído, muito embora o tempo de exposição seja prolongado, sendo, provavelmente, devido ao efeito da proteção oferecida pelo reflexo estapediano.

Num estudo realizado por Dieroff (1982) são mostrados audiogramas que representam situações de indivíduos com Trauma Acústico em Prática de Artilharia (Figuras 2.11, 2.12 e 2.13). Em cada uma das figuras está representado o grau de perda do limiar auditivo para ambos os ouvidos (OD -ouvido direito-, OE -ouvido esquerdo-). Na Figura 2.10, observa-se que o dano provocado pelo trauma acústico foi acentuado provocando P.A.I.R. em ambos os ouvidos. A Figura 2.11 indica perda parcial ou assimétrica da audição. Observa-se que o ouvido esquerdo possui uma perda de limiar total em função, provavelmente, do tempo de prática. Na Figura 2.12, tem-se o audiograma de um indivíduo exposto aos ruídos de armas pesadas, no qual o ouvido direito apresenta perda total, enquanto o esquerdo uma perda parcial.

Harris (1979) afirma que na indústria, os estímulos mais freqüentemente empregados para o teste da sensibilidade auditiva são os tons puros na faixa de 500-6000Hz. Assim, um audiograma de puro tom compara a audição do indivíduo sendo testado com um nível de audição padronizado "0dB". A faixa entre 10 a 25dB é considerada dentro dos limites normais.

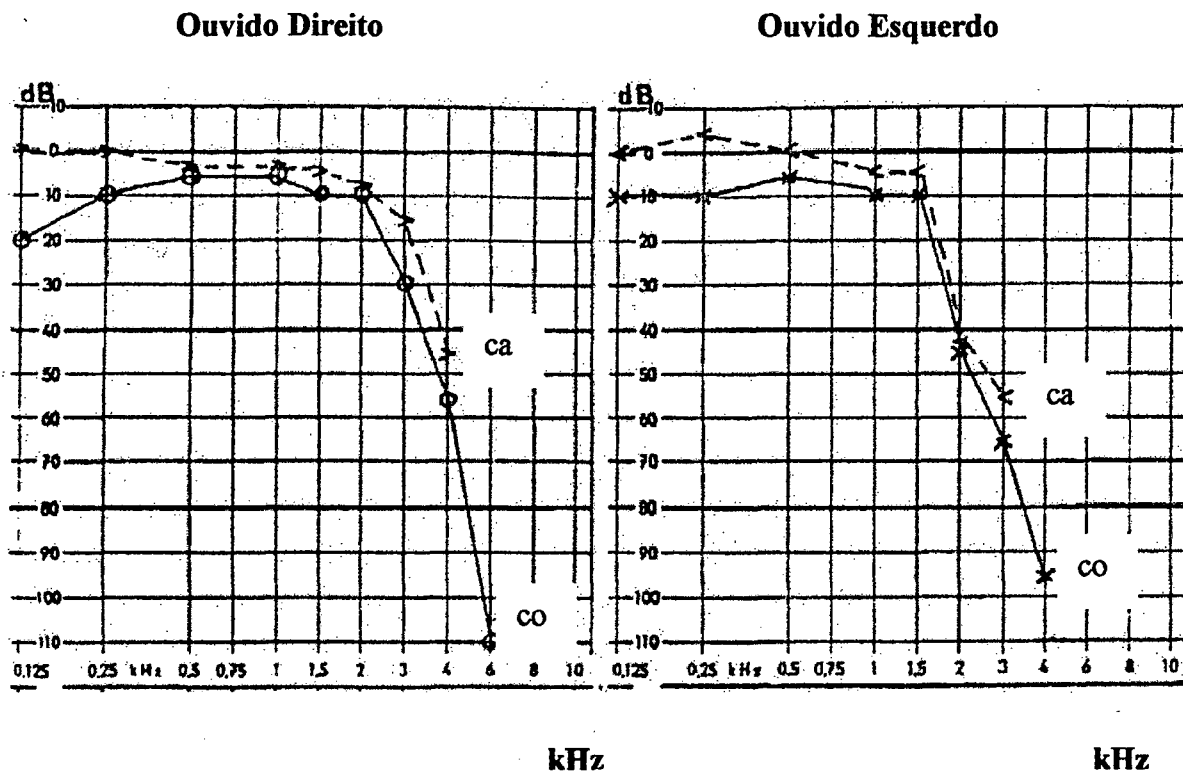


Figura 2.11 – Perda auditiva em puro tom após exposição a tiros, durante constantes disparos, mostrando alto comprometimento no OD e OE (Fonte: Dieroff, 1982). ca - condução aérea; co - condução óssea.

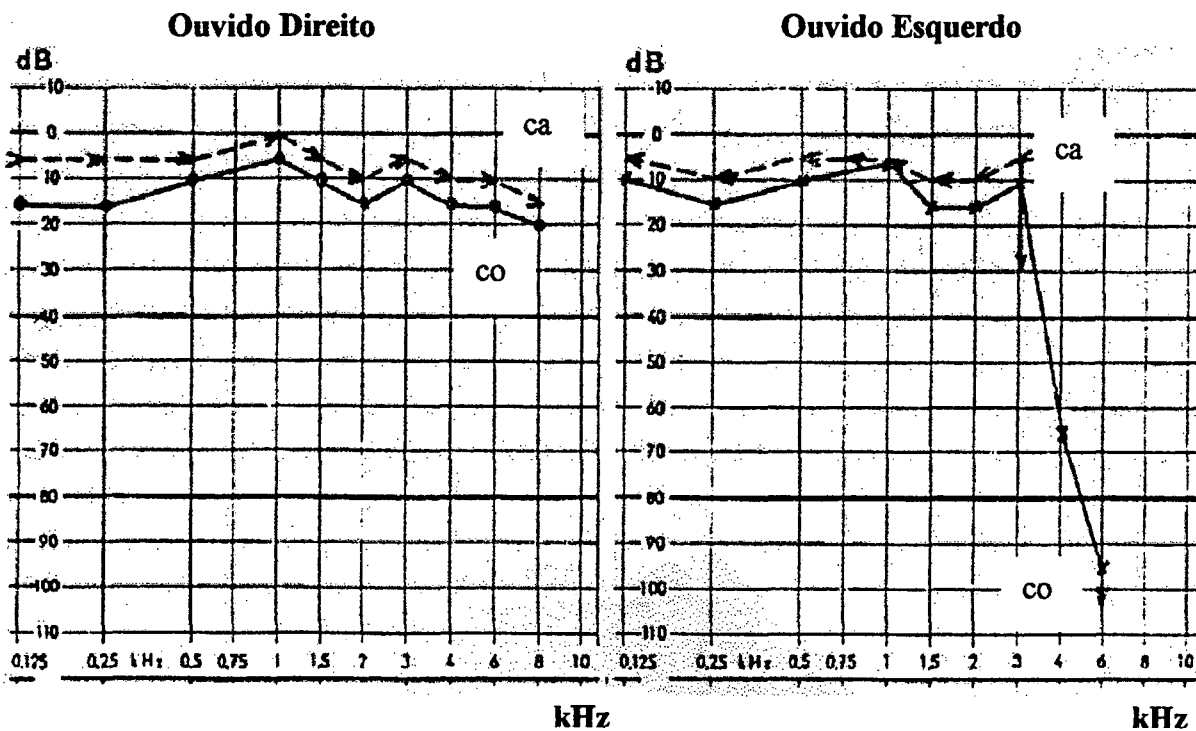


Figura 2.12 – Perda auditiva em puro tom após exposição a tiros constantes, mostrando perda total no OD e residual auditivo no OE (Fonte: Dieroff, 1982). ca - condução aérea; co - condução óssea.



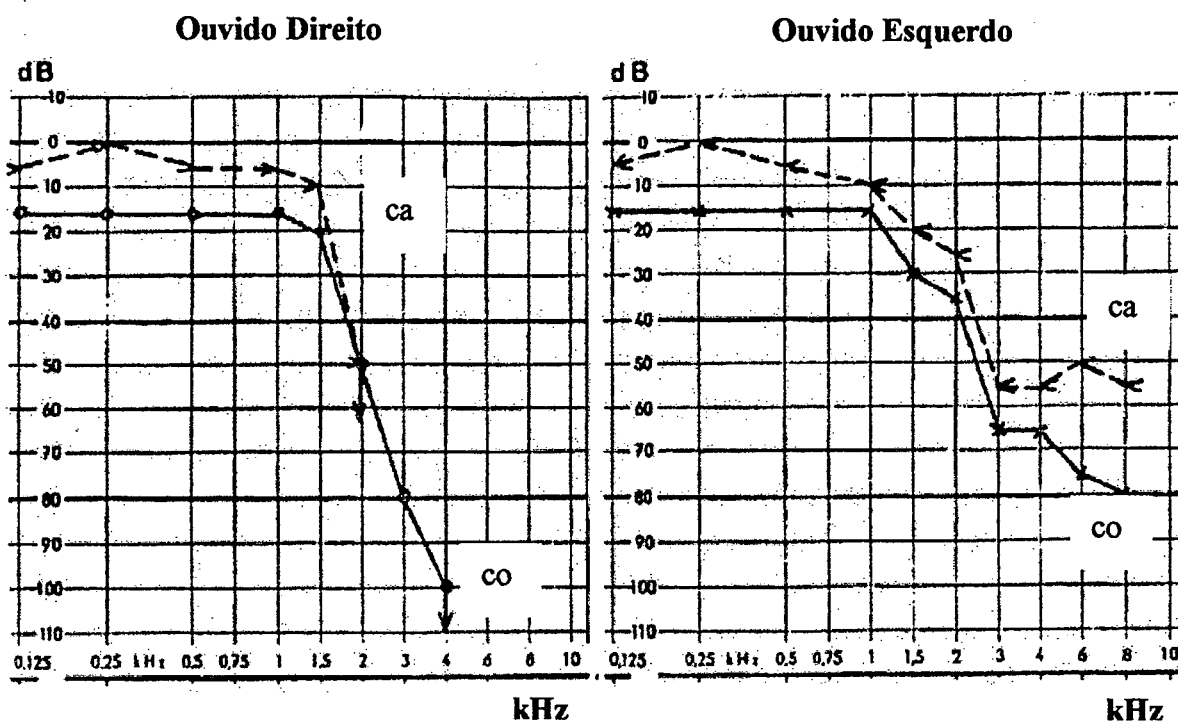


Figura 2.13 – Perda auditiva total no OE após sucessivas práticas de esporte de tiros (Fonte: Dieroff, 1982).  
ca - condução aérea; co - condução óssea.

Exposições sonoras, com limites de 85dB(A) ou 90dB(A), ainda implicam que grande parte da população exposta esteja em perigo de sofrer enfraquecimento auditivo numa idade avançada. O ideal, segundo Stenkelenburg (1982), é que medidas de proteção especiais sejam tomadas em favor daqueles indivíduos susceptíveis à perda auditiva induzida pelo ruído. O controle audiométrico é muito importante nos primeiros anos de exposição, pois, o aumento da perda auditiva nesses primeiros anos, é mais acentuado. Stenkelenburg em sua abordagem sobre o controle audiométrico, recomenda que este seja realizado no ato da admissão do trabalhador. Os passos posteriores seriam conduzidos após 6 (seis) meses de exposição, e as próximas verificações podendo ser conduzidas no primeiro, segundo, terceiro e quinto anos de exposição. Se a exposição permanecer sempre no mesmo nível, o controle poderá ser executado a cada 5 (cinco) anos.

A exposição ao ruído industrial é claramente uma das causas da mudança do limiar permanente induzido pelo ruído. E este fato já é do conhecimento de muitos países, através dos órgãos responsáveis pela saúde e bem-estar social. Para o ambiente industrial vários programas de conservação da audição dirigidos aos trabalhadores são implementados sob as orientações precisas de normas técnicas, oficialmente regulamentadas.

Johnson (1991) declara que embora os trabalhadores no ambiente organizacional desempenhem suas atividades, muitas vezes sob influência de largas faixas de frequências,

tem-se conhecimento, através da análise espectral do sinal sonoro, que o efeito do ruído sobre as frequências audiométricas de 4kHz, é provavelmente o melhor parâmetro para o monitoramento evolutivo da perda do limiar auditivo.

De acordo com os estudos de Gasaway (1985) a audiometria ocupacional funciona sob a filosofia da medicina preventiva, cujo propósito principal do monitoramento desenvolvido no esforço de conservar a audição consiste justamente, na identificação de possíveis mudanças nos limiares auditivos, devido às excessivas exposições.

Santos, Matos, Morata et al (1994) relatam que a audiometria tonal limiar é o procedimento mais utilizado para se avaliar quantitativamente a audição e para a detecção da P.A.I.R. As frequências recomendadas para a audiometria tonal são: 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000Hz, por via aérea, que é o teste mais frequentemente utilizado.

Segundo Melnick (1984), somente através dos exames audiométricos, se pode identificar os trabalhadores mais suscetíveis à P.A.I.R. Estes exames, também, admitem a possibilidade do reconhecimento de trabalhadores com déficit auditivo, permitindo, portanto, uma intervenção no combate à expansão da patologia. Tais intervenções, segundo o autor, ajudam a descobrir aqueles trabalhadores que possuem prejuízos auditivos, permitindo, portanto, uma ação de controle sobre o problema.

O ideal numa organização industrial, preocupada com o bem-estar auditivo do trabalhador exposto ao ruído, é possuir no dossiê de cada um o audiograma obtido na ocasião de sua admissão. Este registro audiométrico servirá como ponto de referência e comparação com futuros exames, os quais deverão acontecer dentro da periodicidade estabelecida pela legislação.

Merluzzi et al (In: Fernandes, 1991) estudaram o risco auditivo de trabalhadores expostos a diversos níveis de ruído, e afirmaram que “*exposição a ruído ocupacional de 85dB(A), pode modificar o limiar auditivo de uma certa porcentagem da população exposta*”.

Touma (1992) menciona que sem que seja aplicada uma série de audiogramas por trabalhador, é virtualmente impossível determinar a razão de deterioração auditiva, ou o efeito das várias tarefas sobre a perda auditiva, quando o indivíduo desenvolve tarefas simultâneas.

Manininen e Aro (apud Touma, 1992) sugerem que o dano devido à exposição ao ruído pode ser medido precisamente, somente pelo monitoramento auditivo sobre audiogramas, os quais mostrariam, também, o tipo de perda auditiva induzida pelo ruído.

Muitas empresas, através do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional-PCMSO, possuem um Programa de Monitoramento ou Controle Auditivo. Mas para que um Programa de Monitoramento Auditivo seja eficaz, é necessário um entendimento

compreensivo das metas estabelecidas, a fim de se alcançar o mínimo de perda auditiva induzida pelo ruído.

O Ministério do Trabalho, através da Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho divulgou a Portaria nº 23, de 14 de novembro de 1996, que consiste de uma minuta de proposta de texto para norma técnica de ruído. No item 3.1 destaca: “*devem ser submetidos a audiometrias de referência e sequenciais, no mínimo, todos os trabalhadores que exerçam ou exercerão suas atividades em ambientes cujos níveis de pressão sonora ultrapassem os limites de tolerância estabelecidos nos Anexos I e II da NR-15 da Portaria nº 3214 do Ministério do Trabalho, independente do uso de protetor auditivo*” (In: Proteção, jan/97, p.62).

De acordo com a Norma Regulamentadora-NR-7, da Portaria nº 3.214 do Ministério do Trabalho de 8 de junho de 1978: “*os trabalhadores expostos ao ruído de intensidade superior aos previstos na NR-15 (da mesma Portaria), deverão ser submetidos, periodicamente, aos exames audiométricos, mesmo utilizando protetores auditivos. O Anexo I desta NR trata dos critérios que deverão ser obedecidos para os exames audiométricos. O exame audiométrico complementar deverá ser realizado pela via aérea nas frequências de 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000Hz*”.

O exame audiométrico, de preferência, deverá ser aplicado em todos os trabalhadores da planta industrial, sem isentar nenhum setor, tendo em vista que, todas as alterações auditivas deverão ser registradas, inclusive aquelas dos trabalhadores classificados como não-operacionais, ou seja, de setores administrativos (*white-collar*).

As normas internacionais de maior destaque, a respeito dos limites de referência aos padrões auditivos, são:

- A International Standardization for Organization- ISO, que publicou a recomendação ISO-R 389, em que especificava uma referência “zero dB” para exames audiométricos. A metodologia fixava a média dos limiares em 500, 1000 e 2000Hz, classificando as perdas em 6 (seis) classes, a saber:

▪ Classe A	dificuldade não significativa	≤25dB
▪ Classe B	dificuldade leve	25-40dB
▪ Classe C	dificuldade média	40-55dB
▪ Classe D	dificuldade forte	55-70dB
▪ Classe E	dificuldade severa	70-90dB
▪ Classe F	dificuldade extrema	>90dB.

- A American Academy of Ophthalmology and Otolaryngology-AAOO, que criou uma formulação para a medição da perda do limiar auditivo, estabelecendo que o prejuízo auditivo para a comunicação falada, inicia-se quando a perda média nas frequências de 500, 1000 e 2000Hz, excedessem aos 15dB.
- O National Institute of Occupational Safety and Health-NIOSH (1972), que propôs uma mudança na formulação apresentada pela AAOO, eliminando a frequência de 500Hz e introduzindo a de 3000Hz, aumentando o nível sonoro básico inicial de 15dB para 25dB: *Criteria for a Recommended Standard. Occupational Exposure to Noise*. (In: Melnick, 1984, p. 461).

Os limites de exposição a ruídos, implementados pela Occupational Safety and Health Administration-OSHA (1974), foram selecionados sobre as bases do volume de trabalhadores que experimentem perda auditiva maior do que 25dB, para a média das três frequências de teste, ou seja, 500, 1000 e 2000Hz: *Occupational Noise Exposure; Proposed Requirements and Procedures*; e OSHA (1983): *Occupational Noise Exposure; Hearing Conservation Amendment*. (In: Melnick, 1984, p.461).

A definição oferecida pela American Academy of Otolaryngology: Head and Neck Surgery-AAO-HNS (1982): *Guide for Conservation of Hearing in Noise* – é a de que a mudança significativa do limiar seja identificada por uma mudança média de 10dB nas três frequências de teste, 500, 1000 e 2000Hz, ou em 3000, 4000 e 6000Hz, na tentativa de tornar os objetivos de um Programa de Conservação mais generalizado (In: Melnick, 1984, p.461).

Satalof et al (apud Touma, 1992) verificaram que se a exposição ao ruído persiste por um período de vários anos, o dano no sistema auditivo se dispersará em volta da frequência de maior destaque, tanto para altas, quanto para baixas frequências, de modo que gradualmente o “entalhe” se aplainará.

## 2.22. Protetores Auditivos

Um aspecto de grande importância nesta pesquisa foi a observação feita em relação à frequência de uso do dispositivo de proteção auditiva. Sabe-se que o uso freqüente e correto desse equipamento contribui muito para a proteção da audição do trabalhador.

Nos setores onde foram efetuadas medidas de níveis de ruído, a altura dos ouvidos direito e esquerdo, todos os trabalhadores usavam o protetor auditivo, sendo o do tipo inserção utilizado pela maioria.

A intervenção primária sobre a fonte geradora de ruído deve ser o ato principal para prevenção dos perigos de danos auditivos provocados pelo estímulo sonoro. Todavia, mesmo com o avanço tecnológico em técnicas de atenuação e controle, ainda existe a necessidade de se contar com o apoio do dispositivo de proteção auricular, cujo objetivo é atenuar o nível de pressão sonora que alcança o pavilhão auditivo.

Existem autores (Harris, 1979; Kryter, 1985; Suter, 1991) que na impossibilidade técnica de controle do ruído na fonte (intervenção primária – *grifo do autor*), recomendam que os indivíduos utilizem o dispositivo de proteção auricular. Dependendo da norma atribuída pela organização com respeito à proteção auditiva, a submissão deve ser integral, pois proporcionam meios de controle para reduzir a dose diária de exposição a níveis aceitáveis. Desse modo, a busca de soluções, que visem melhorar a qualidade acústica do ambiente laboral, deve ser o primeiro passo a ser tomado, antes mesmo que sejam adquiridos vários tipos de protetores numa variedade de atenuações.

A atenuação fornecida por um protetor auditivo não deve ser considerada como um valor fixo, pois, outros fatores podem interferir no bom desempenho do dispositivo, diminuindo, portanto, a atenuação prescrita. Dentre esses fatores pode-se citar a colocação, ajustes e uso inadequado; desconforto; falta de treinamento; tipo incorreto para o trabalhador; interferência com objetos de uso pessoal (óculos, cabelos etc.), e por fim, a própria incompatibilidade fisiológica.

Berger (1980) comenta que um dos efeitos negativos do protetor é que ele pode dificultar a habilidade do usuário na localização da fonte sonora, principalmente em se tratando do protetor tipo concha.

Existem dois tipos de protetores muito utilizados nas organizações industriais. Os de inserção ou plug, adaptáveis ao canal auditivo externo e o do tipo concha. Os primeiros possuem formas cônicas bem definidas, e geralmente são construídos de polímeros, silicones ou de algodão e fibra sintética, que são moldáveis ao formato do conduto auditivo. Esses protetores exigem uma colocação cuidadosa a fim de fornecerem uma proteção adequada, enquanto os de silicone e polímeros exigem uma seleção criteriosa, pois, pode variar entre indivíduos. A dimensão, nesse caso, é fator importante, pois, se pequena, permitirá a entrada do fluxo sonoro e, se for grande proporcionará desconforto ao conduto auditivo. Os do tipo moldáveis requerem uma inserção cuidadosa a fim de fornecerem proteção adequada,

enquanto os moldados exigem uma escolha criteriosa quanto ao tamanho ideal para cada usuário, além de correta colocação. Nesse caso, o tamanho é fator importante, pois protetores pequenos permitem a passagem do ar, diminuindo conseqüentemente a atenuação, enquanto que os maiores proporcionam desconforto sobre o conduto auditivo.

De acordo com as especificações de fabricantes, esse tipo de protetor possui uma taxa de redução de ruído (NRR – Noise Reduction Rating) média de 25 dB. Ambos os tipos, conforme Behar, Taibo e Raitzin (1976), em parte, evitam propagações livres de energia sonora para o interior do aparelho auditivo, mas a atenuação tem um comportamento diferente com a frequência, para ambos os casos. Os do segundo tipo possuem duas conchas de formato elíptico, fixas a uma haste, com os materiais de vedação permanecendo em contato com as laterais da cabeça do trabalhador. Estes protetores, possuem NRR em torno de 20-40 dB. Estudo realizado por Rabinowitz (2000) mostra que os protetores podem atenuar de 20 a 40dB quando corretamente usados.

A seleção de um protetor auditivo, para uso em ambiente industrial, requer o conhecimento dos níveis de ruído existentes na planta industrial, quando os equipamentos estão em operação, isto é, os trabalhadores nos postos de trabalho. Além dessa exigência, é importante ter conhecimento do nível de atenuação fornecido pelo dispositivo. O protetor auditivo, embora seja atualmente um dispositivo de alta tecnologia de controle, não deixa de apresentar falhas. Diante disso, alguns pesquisadores têm manifestado vários argumentos a respeito.

Casali, Lam e Epps (1987) afirmam que indiferentemente da atenuação fornecida pelo protetor, se este não é aceito e usado adequadamente pelo trabalhador, a proteção fica comprometida. Os autores fazem referência aos prejuízos causados à audição quando o dispositivo não oferece conforto ao usuário. Segundo os autores, um dispositivo desconfortável, embora ofereça grande atenuação, pode não ser eficazmente usado, reduzindo, portanto, sua efetividade protetora. Um outro problema que prejudica a audição é a alegação de muitos trabalhadores de que o protetor interfere no grau de comunicação e na percepção de sinais de alerta.

Mas, o sucesso de um dispositivo de proteção auditiva, apresentada por Casali, Lam e Epps, depende muito do fator humano, em termos de sua conscientização a respeito do dispositivo, além do conforto e o nível de atenuação que tal dispositivo deve oferecer. Muito embora os trabalhadores estejam informados sobre os efeitos prejudiciais da exposição do estímulo sonoro com níveis  $\geq 85\text{dB(A)}$ , os autores declaram, ainda, que a prevenção do dano auditivo através do uso de protetores auditivos, no ambiente industrial é baixa, variando numa

faixa de 20% em algumas indústrias, e em outra, 30% a 50%. Casali e colaboradores, realizaram estudo num grupo de trabalhadores saudáveis de setores operacionais, com faixa etária entre 20 e 64 anos sujeitos a níveis sonoros  $\geq 85\text{dB(A)}$ . O estudo identificou que 42,6% de um grupo de 1587 trabalhadores usavam protetores auditivos, e que destes, 60% eram altamente incomodados. Os trabalhadores incomodados pelo ruído, desde então, começaram a usar protetores mesmo em ambientes com baixo nível de ruído. Entrementes, o estudo revelou que entre os trabalhadores mais incomodados, o uso do protetor mostrou ser uma fonte adicional de estresse.

Abel (1986) menciona que uma das razões de falhas do protetor auditivo contra os efeitos danosos dos altos níveis de ruído, é que a atenuação, atualmente especificada pelo fabricante, está acima da real. Outra, é a dificuldade que muitos indivíduos possuem em ajustar o dispositivo adequadamente.

Os protetores utilizados pelos trabalhadores que fazem parte dessa pesquisa são os do tipo inserção (plug) e concha. De acordo com Abel e Armonstrong (1992), estes protetores, quando usados separadamente, os melhores graus de atenuação que atingem variam de 20 a 30dB, de modo que em ambientes com altos níveis de ruído, a proteção auditiva fica comprometida.

Outros estudos sobre proteção auditiva tecem excelentes abordagens a respeito do desempenho e eficiência desses dispositivos, enquanto outros, apresentam fortes argumentos contraditórios. Variações substanciais no volume de proteção em diferentes setores, entretanto, têm sido observadas. Tais variações, segundo Hempstock e Hill, 1990; Kwitko, 2000; Gerges, 1999; Berger, 1980, e Abel, 1986, apresentam o próprio trabalhador (alvo da proteção) como o foco principal da baixa eficiência, além de outros fatores como ajuste, utilização, incompatibilidade, conforto, estrutura, tensão da haste, educação, dentre outros.

## CAPÍTULO 3 – MÉTODO DE PESQUISA E MATERIAIS

### 3.1. Natureza do Estudo

Esta pesquisa se enquadra dentro do contexto dos estudos exploratório-descritivos, tendo como suporte interdisciplinar os referenciais teóricos da Engenharia Acústica e da Psicologia Ambiental e do Trabalho de modo a contribuir para a produção de conhecimentos sobre o tema: o ruído no ambiente de trabalho.

Marconi e Lakatos (1996, p. 77) mencionam que “*os estudos exploratório-descritivos têm por objetivo descrever completamente determinado fenômeno...*”. Trivinos (1987, p.109, 110), por sua vez, diz que “*os estudos exploratórios permitem ao investigador aumentar sua experiência em torno de determinado problema*” e que “*o estudo descritivo pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade*”.

O trabalho destaca o uso de teorias e conceitos multidisciplinares com o objetivo primário de estudar a influência do ruído sobre os aspectos biopsicossociais do trabalhador, durante o desempenho de suas atividades no ambiente de trabalho. Para tanto, procurou-se desenvolver um modelo de pesquisa que fosse adequado ao entendimento das relações existentes entre o nível sonoro de exposição com os diversos tipos de manifestações sintomáticas apresentadas pelo trabalhador.

A intensificação dos processos industriais e a complexidade dos problemas ambientais associados àqueles incorporados ao indivíduo no desempenho de atividades laborais, têm sido considerados como fontes de inúmeras alterações biológicas, psicológicas e sociais. Dentro de uma visão holística, o desafio tem sido a incrementação de conhecimentos que visem manter o equilíbrio do ambiente ocupacional, bem como as integridades física, psíquica e social do trabalhador. Essa questão encontra dificuldade na necessidade de pessoal capacitado para compor equipes multidisciplinares, uma vez que não existe uma formação de caráter globalizada. Desse modo, torna-se uma tarefa árdua para os que buscam preservar a autonomia em relação a investigação científica.

É de grande importância ao pesquisador reconhecer que o fato da ciência transformar-se e expandir-se de maneira técnica e rápida, conduz a interação entre os recursos com origem de conhecimentos distintos como uma das características marcantes do mundo atual. Tais características levam ao diálogo multi e interdisciplinar entre diversos atores.



As sessões anteriores apresentaram a fundamentação teórica do modelo e metodologia utilizada na pesquisa. Esta se concentra na descrição do modelo proposto no trabalho.

Esta permitirá o estudo e o entendimento das inter-relações entre os aspectos biopsicossociais manifestados pelo indivíduo, como ser total, isto é, único, com o impacto produzido pelo ruído dentro do ambiente ocupacional.

A proposta do modelo de trabalho foi desenvolvida com suporte na revisão de literatura e em discussão com outros pesquisadores. Esta permitirá o estudo e o entendimento das inter-relações entre os aspectos biopsicossociais manifestados pelo indivíduo, como um ser total, isto é, único, com o sistema organizacional. Passando o indivíduo a ser o centro de interesse. Enfatiza-se que o modelo proposto integra conceitos biológicos e psicoacústicos, de modo a clarificar as propostas do estudo.

A figura 3.1 enfatiza a história e a realidade de vida do indivíduo dentro do ambiente de trabalho, ou como expressa Dejours (1994):

*“O trabalhador não chega à organização como uma máquina nova. Ele possui uma história pessoal que se concretiza por uma certa qualidade de suas aspirações, de seus desejos, de suas motivações, de suas necessidades psicológicas que integram sua vida passada. Isso confere a cada indivíduo características únicas e pessoais”.*

Os aspectos biopsicossociais distinguem cada trabalhador, de modo a explicar como este se comporta no ambiente de trabalho, enquanto realizando atividades laborais. O modelo mostra a integração entre o indivíduo e o ambiente de trabalho, bem como as influências provocadas pelos impactos do ruído com seus possíveis efeitos sobre o organismo do trabalhador, numa visão ampliada, que é o foco principal da proposta de estudo deste trabalho.

A questão essencial no processo de tomada de decisão de controles referentes aos impactos produzidos pelo ruído no ambiente de trabalho tem sua dependência fundamentada principalmente, na política econômica da organização, incorporando aos mesmo os indicadores sócio-técnicos.

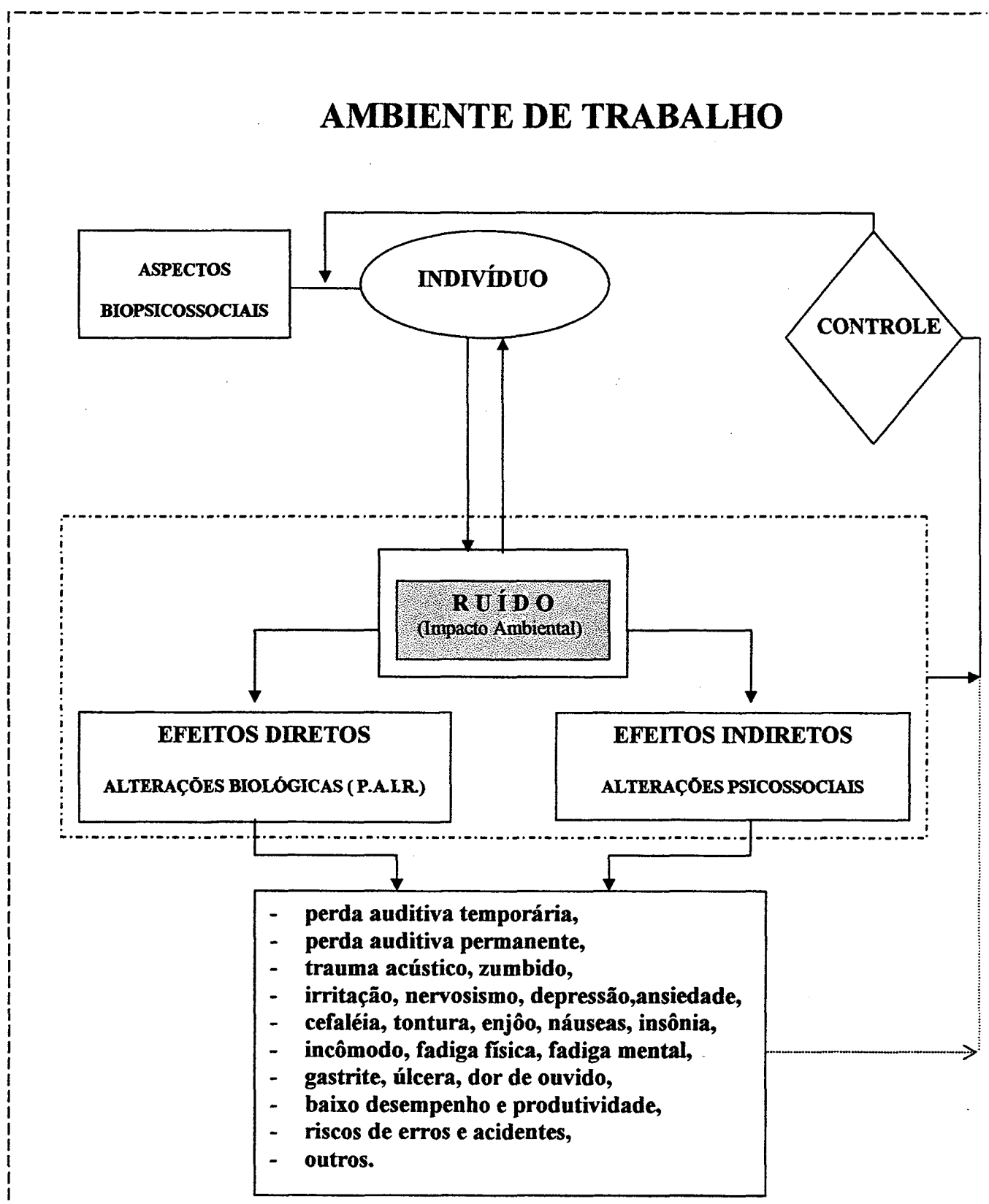


Figura 3.1 – Proposta de modelo de pesquisa para o estudo dos impactos do ruído sobre o indivíduo no ambiente de trabalho

O modelo permitirá a empresa selecionar e trabalhar informações apropriadas a respeito dos efeitos diretos e indiretos, produzidos pelo ruído no ambiente ocupacional, de modo a ajudar na tomada de decisões mais fundamentadas quanto a realidade local. Neste, os problemas causados pelo impacto sonoro foram decompostos em duas classes de efeitos denominadas de efeitos diretos e indiretos, representados, além da perda auditiva propriamente dita, por um conjunto de alterações biológicas e psicossociais, incorporadas ao indivíduo.

O importante desta modelagem é permitir que o ruído e seus efeitos possam ser agrupados ao processo decisório de controle, a fim de garantir de maneira contínua a integridade do trabalhador no ambiente de trabalho, permitindo o entendimento das inter-relações dos aspectos biopsicossociais dentro do ambiente laboral. As interações ocorrem dentro do contexto ambiental, que explicam como estes aspectos interagem e afetam simultaneamente a saúde do trabalhador.

No modelo proposto, o INDIVÍDUO é o elo de ligação entre suas características e as do ambiente ocupacional, ficando claro, portanto, que o indivíduo não se dissocia dessas, quando adentra ao ambiente de trabalho.

Após a concordância da direção de cada empresa, iniciou-se com um período de observações e reconhecimento dos setores administrativos e operacionais, para que se tivesse uma visão ampliada dos ambientes de trabalho. A valorização dessa atividade teve sua importância nos períodos posteriores, em que, uma vez definidos os setores chaves da pesquisa, medições e observações nos setores menos representativos foram evitadas, rebatendo-se, também, as curiosidades provenientes.

Posteriormente, foram introduzidas as atividades de pesquisa propriamente dita, procedendo-se com os levantamentos dos níveis de ruído globais medidos nos setores operacionais e administrativos, bem como nos postos de trabalho. Nos postos de trabalho, foram realizadas medições a altura do ouvido direito de esquerdo do trabalhador, apenas para aqueles lotados em setores do tipo operacionais. Todas estas medições realizaram-se enquanto o a máquina no posto de trabalho se encontrava em pleno funcionamento. Como consequência ocorreu o mapeamento de ambos os ambientes e respectivos setores de trabalho. Paralelamente, administrou-se a parte de observações livres dos postos de trabalho, a fim de extrair possíveis indicadores intervenientes sobre o comportamento dos trabalhadores quanto ao desempenho de suas atividades.

### **3.2. Critérios de Escolha do Objeto de Estudo**

A escolha do objeto de estudo, no qual a pesquisa foi realizada, exigiu critérios básicos que foram utilizados para o pleno desenvolvimento deste trabalho, a saber:

- consentimento por parte das empresas, de livre acesso aos setores industriais de interesse, bem como aos bancos de dados;
- conhecimento das situações de trabalho compostas pelos grupos dos setores administrativo e operacional, pertencentes ao mesmo segmento industrial;
- disponibilidade do instrumento de medição dos níveis de pressão sonora; e,
- disponibilidade do fornecimento, por parte das organizações em estudo, dos dados audiométricos e clínicos da amostra selecionada.

### **3.3. População e Amostra**

A população alvo para a realização desta pesquisa foi de trabalhadores pertencentes a duas empresas do Estado de Santa Catarina nos ramos de metalmeccânica e de movelaria. A amostra se constituiu de trabalhadores que desenvolviam suas atividades laborais em setores do tipo administrativos e operacionais. A amostra de trabalhadores foi constituída de modo aleatório. Na empresa W com uma população de 322 trabalhadores lotados em setores do tipo administrativos e operacionais, 125 foram selecionados (50 nos setores administrativos e 75 nos setores operacionais), enquanto na empresa F com uma população de 82 trabalhadores, 63 foram selecionados (17 nos setores administrativos e 46 nos setores operacionais), perfazendo um total de 188 trabalhadores.

### **3.4. Critério para Coleta e Análise dos Dados**

Pesquisas de caráter multidisciplinar, como o estudo em pauta, com investigações relacionadas a ambientes do tipo ocupacionais, são coletadas variedades de variáveis e/ou dados, e na maioria das vezes depara-se com a necessidade de se trabalhar com muitos dados ao mesmo tempo. Estes dados variam com relação ao tipo e quantidade de variáveis

envolvidas. Por isso, faz-se necessário o uso de ferramentas que possibilitem a análise dos dados com os procedimentos de métodos estatísticos univariados, bivariados e multivariados.

Os métodos estatísticos univariados foram utilizados nas análises preliminares para estimação de medidas descritivas; os métodos bivariados, permitiram verificar os graus de relacionamentos ou associações significativas entre as variáveis em análise através do teste estatístico qui-quadrado ( $\chi^2$ ), ao nível de significância de 0,05. Nos métodos multivariados utilizou-se a análise de correspondência múltipla por se tratar de processamento de várias variáveis categóricas.

A análise de correspondência múltipla é realizada sobre a representação geométrica dos dados transformados em distâncias, que consiste da proximidade estatística entre os elementos do espaço fatorial. A figura da representação geométrica permite a simplificação através da percepção visual dos agrupamentos, segundo as dimensões no espaço euclidiano.

Nessa percepção visual, verificam-se as proximidades entre as variáveis. Dentro de cada espaço fatorial, buscou-se o plano que melhor representasse a nuvem de pontos, de modo que se pudesse observar as melhores aproximações entre estes. Daí, os pontos mais polarizados em torno da variável suplementar, demonstram ser os que apresentam associações mais convincentes, como podem ser vistas no capítulo seguintes sobre a análise dos dados. Os espaços fatoriais são formados por dimensões, onde cada uma representa uma componente da inércia total do sistema, que por sua vez representa o valor do teste estatístico  $\chi^2$ .

A coleta dos dados, além de indispensável ao desenvolvimento do trabalho, exigiu técnica e critérios adequados. Deste modo, procedeu-se com o levantamento atribuído aos dados auditivos e extra-auditivos, de acordo com a seguinte descrição:

#### 3.4.1. Dados Auditivos

Para a coleta dos níveis de pressão sonora no ambiente de trabalho, foi utilizado como instrumento de medida, um Medidor de Nível de Pressão Sonora devidamente calibrado. Com este instrumento foram verificados os níveis de ruído a altura dos ouvidos do operador, no posto de trabalho; o nível de ruído global em cada setor, bem como medições em volta da máquina (em frente, atrás, lado direito e lado esquerdo) no estado de operação, a fim de se ter conhecimento do campo acústico existente no posto de trabalho. Com os níveis de ruído adquiridos, teve-se condições de proceder com os mapeamentos dos ambientes laborais.

### 3.4.2. Dados Audiométricos

No que diz respeito à coleta de dados audiométricos, não se procedeu com as medições dos limiares auditivos, em face da complexidade administrativa quanto à introdução de estranhos no interior da organização, bem como da indisponibilidade de instrumentação adequada. Todavia, como exposto anteriormente, contou-se com a colaboração da própria organização, no fornecimento dos dados audiométricos e clínicos, adquiridos junto ao Serviço de Medicina e Segurança do Trabalho – SESMT, bem como, do assessoramento do Médico do Trabalho credenciado.

### 3.4.3. Dados Extra-Auditivos

A abordagem biopsicossocial implicou num reconhecimento das interações do indivíduo como um todo, junto ao ambiente de trabalho. Para levantamento desses dados, além das observações livres dos postos de trabalho, aplicou-se, como instrumento de pesquisa, um questionário estruturado, com o objetivo de compor um banco de dados acerca de informações declaradas pelos trabalhadores, para que, através de análises estatísticas, se verificasse a existência de possíveis associações entre as variáveis em estudo.

Antes dos procedimentos da coleta de dados, julgou-se necessário tomar algumas providencias preliminares, tais como:

- Contactou-se a direção da empresa para discutir a aplicação do projeto e obtenção do apoio para a realização da pesquisa, tendo como uma das bases de sustentação o responsável pelo Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO;
- Discutiu-se com a direção da empresa sobre as operações que seriam realizadas; seus ciclos e frequência de registros, bem como seus porquês;
- Buscou-se o apoio dos supervisores das áreas e/ou setores pretendidos, descrevendo os processos de operação da pesquisa, e solicitando a colaboração participativa dos trabalhadores sob sua responsabilidade; e,

- Procedeu-se com simulações de medições, em cada setor, visando rebater curiosidades, ressentimentos ou outros interesses posteriores, que pudessem acarretar prejuízos nas medições.

A escala de medida utilizada nas medições dos níveis de pressão sonora foi o decibel (dB) que, por ser uma escala logarítmica de base 10, melhor representa a sensação auditiva.

Para as medições dos níveis de ruído usou-se o circuito de compensação "A" por apresentar um padrão de resposta mais próxima da audição humana. Assim, os valores medidos neste circuito são representados por dB(A). Todas as medições foram adquiridas, utilizando-se o circuito de resposta lenta (*slow*).

A frequência foi medida em Hertz (Hz), unidade que corresponde a uma oscilação com período igual a um segundo.

Os espectros de níveis de pressão sonora foram medidos com filtros de 1/1 oitava nas bandas de frequências centrais de 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 e 8000Hz.

Para os exames audiométricos, foram usados tons puros, isto é, sinais harmônicos nas frequências de 125, 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000Hz, por se tratar de exame por via aérea.

### **3.5. Critério de Classificação das Medidas dos Níveis de Ruído**

As medidas dos níveis de ruído, num primeiro momento, foram efetuadas nos ambientes de trabalho de cada planta industrial, com vistas ao mapeamento dos seus setores. Num segundo momento, procedeu-se com medições dos níveis sonoros, a altura dos ouvidos direito e esquerdo do trabalhador no posto de trabalho.

As medidas realizadas no ambiente da planta industrial, foram divididas em duas classes distintas. A primeira contendo três categorias de níveis de ruído, que são:  $\leq 85$ ; ( $>85-90$ ) e  $>90$ dB(A), interpretadas pela simbologia (DB0); e a segunda interpretada pela simbologia (DB1).

A segunda classe com duas categorias de níveis de ruído, a saber,  $\leq 85$ dB(A) e  $>85$ dB(A), em que a segunda categoria é resultante do reagrupamento das duas últimas categorias da classe DB0, as quais se ajustam às recomendações da legislação no que se refere a ambientes salubres ou insalubres. Ambiente cujo nível sonoro seja menor ou igual a 85dB(A), segundo a legislação, é considerado salubre para uma jornada diária de 8 horas, em

que desobriga o empregador ao fornecimento do dispositivo de proteção auricular. Todavia, para níveis acima deste limite de 85dB(A) o ambiente é considerado insalubre e o empregador é obrigado a fornecer o dispositivo de proteção auditiva, devendo, portanto, o trabalhador fazer uso do dispositivo durante sua permanência no posto de trabalho.

As medidas efetuadas nas proximidades dos ouvidos do trabalhador foram interpretadas com as seguintes simbologias: MD1, ME1, MD12 e ME12, em que MD refere-se às médias das medidas realizadas nas proximidades do ouvido direito, enquanto ME se refere às médias das medidas realizadas nas proximidades do ouvido esquerdo. As classificações MD12 e ME12 com duas categorias de níveis de ruído ( $\leq 85\text{dB(A)}$  e  $>85\text{dB(A)}$ ), são resultantes dos reagrupamentos das categorias acima de 85dB(A), pertencentes a MD1 e ME1 ( $\leq 85\text{dB(A)}$ ,  $>85 - 90$ ;  $>90 - 95$ ;  $>95 - 100$  e  $>100\text{dB(A)}$ ), respectivamente. Estas classificações, possuem o mesmo argumento utilizado para a classe DB1, isto é, o que diz respeito à salubridade e insalubridade quando se considera a jornada diária de trabalho estabelecida pela legislação.

### **3.6. Critério de Classificação das Variáveis do Estudo**

Neste trabalho procedeu-se com a análise de dez variáveis sintomáticas classificadas em biológicas e psicossociais. As variáveis biológicas são identificadas pelas simbologias em parêntesis, após a grafia de cada uma, a saber, dor de cabeça (DC), tontura (TT), dor de ouvido (DO), dificuldade de comunicação (DC) e fadiga física (FF), e as variáveis psicossociais por incômodo por ruído (IPR), fadiga mental (FM), ansiedade (AS), irritação (IR) e insônia (IS).

No corpo do trabalho, as variáveis acima referidas são muitas vezes abordadas, também, como sintomas biológicos ou psicossociais, todavia, os sentidos são únicos.

Uma outra variável considerada neste trabalho, e que deu um suporte à análise das associações dos níveis de ruído medidos no ambiente industrial (DB1) com os sintomas manifestados, foi a percepção do trabalhador (RA) em relação ao ruído presente no ambiente de trabalho. Essa atividade, na realidade, contribuiu para dar suporte à análise relacionada às medidas realizadas no ambiente de trabalho.



### 3.7. Sobre o Questionário

Todos os trabalhadores foram devidamente informados, de antemão, sobre a finalidade deste trabalho. Para tanto, além das informações declaradas no espaço ocupacional por ocasião das medidas preliminares, outras foram fornecidas durante reuniões feitas em grupos.

Na abordagem a respeito do questionário, deixou-se claro a finalidade do mesmo, e que a alta direção da empresa estava em concordância com o desenvolvimento do trabalho de pesquisa. Deste modo, não houve nenhuma resistência, mas sim, consentimento quanto a participação na pesquisa, com o preenchimento do referido questionário.

Os trabalhadores responderam a um questionário cujas perguntas foram divididas em dois blocos distintos: um com 18 perguntas do tipo sim e não, e um segundo, com 19 perguntas semelhantes às utilizadas em escalas do tipo Likert com 4 categorias: nunca, ocasionalmente, freqüentemente e sempre. As perguntas tiveram o objetivo de obter informações sobre antecedentes otológicos individuais e familiares, hábitos, costumes e *hobbies* que pudessem ser potencialmente lesivos à audição no desempenho das atividades no ambiente ocupacional.

As perguntas de 1 a 8 tratam das informações a respeito dos dados demográficos; as perguntas de 9 a 11 do tipo de ruído e uso do protetor auditivo; as perguntas 12 e 13, 16, 17 e 18 sobre opiniões pessoais a respeito dos sintomas que podem ser apresentados; as perguntas 14 e 15 sobre antecedentes individuais e familiares; as perguntas 19 a 31 tratam de opiniões individuais sobre a percepção do ruído; e, as perguntas 32 a 37 sobre hábitos e costumes.

Devido à baixa representatividade das freqüências ocorridas nas três últimas categorias (ocasionalmente, freqüentemente e sempre) das perguntas pertencentes ao segundo bloco, o que impedia a aplicação da estatística de teste ( $\chi^2$ ), procedeu-se com o reagrupamento destas, ficando, pois, semelhante às categorias do primeiro. Note-se que estas categorias, na realidade, representam respostas positivas que foram assim distribuídas com o objetivo de se extrair maiores informações com respeito à questão formulada.

Foi aplicado um teste piloto em vários setores, onde os trabalhadores foram solicitados a participarem. Não houve resistência, e as dúvidas quanto as perguntas foram todas esclarecidas. A duração do teste foi de aproximadamente dez minutos. Este procedimento foi adotado para ambas as empresas. A finalidade foi verificar o possível nível de dificuldade quanto a compreensão das perguntas, bem como concorreu para validação do referido instrumento.

### 3.8. Critério de Classificação das Audiometrias

Quanto ao critério de classificação das audiometrias, foi utilizada a metodologia proposta por Merluzzi et al (apud Santos, Matos, Morata et al 1994) que melhor tem satisfeito as necessidades de atender ao monitoramento de indivíduos expostos ao estímulo sonoro. Merluzzi e colaboradores dividem o retículo da ficha audiométrica em seis áreas distintas (A, B, C, D, E, e F). A medida que as áreas são atravessadas pelo traçado audiométrico, a classificação do grau de perda auditiva é definida dentro de um determinado grupo (0 a 7), como mostrado no anexo III.

O grupo 0 é considerado quando o indivíduo apresenta um limiar auditivo normal, isto é, uma perda igual ou inferior a 25dB. No caso das perdas de limiares provocadas por ruído são considerados os graus de 1 a 5, enquanto prejuízos auditivos provocados por outras etiologias além do ruído são considerados os graus 6 e 7.

### 3.9. Material Utilizado no Estudo

#### 3.9.1. Instrumento Utilizado para Medições dos Níveis de Ruído

Os níveis de ruído medidos nos diversos setores (administrativos e operacionais) e nos ouvidos direito e esquerdo do trabalhador no posto de trabalho, foram adquiridos com um medidor de nível de pressão sonora, calibrado diariamente com um áudio calibrador. As características técnicas desses instrumentos são:

Medidor de nível de pressão sonora

Marca: SIMPSON

Modelo: 886-2 Tipo II

Indicação: Analógica

Alcance Dinâmico: 40dB a 140dB

Escala de Leitura: -5dB a +10dB

Respostas: Lenta (*slow*) e Rápida (*fast*)

Curvas: "A", "B" e "C"

Calibração: maio/2001.

Microfone

Marca: SIMPSON

Tipo: Condensador Tipo L (segundo o padrão ANSI S1-12-1967)

Diâmetro: ½"

Calibrador

Marca: SIMPSON

Modelo: 890

Nível Sonoro: 94dB a 1000Hz

Distorção: <1%

### 3.9.2. Audiômetros utilizados nas empresas W e F, respectivamente

As principais características técnicas desse instrumento são:

Marca: Interacustic    Modelo: AD 229B

Padrão de Calibração: calibrado conforme item 3.2.4 da Portaria No.19 (MTb)

Calibração: junho/ 2001

Faixa de Frequência (via aérea): 125 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000Hz

Faixa de Frequência (via óssea): 500 a 4000Hz

Faixa de Intensidade: -10 a 120dB

Fone de Ouvido: Modelo TDH-39

Característica da Cabine: Marca; Vibrasom    Modelo: VSA50

Marca: CRAGRASOM/STATLER

Modelo: GSI 17

Faixa de Frequência (via aérea): 250 a 8000Hz

Fone de Ouvido: Maracá Telephonics    Modelo: TDH-39

Característica da Cabine: Marca: Vibrasom    Modelo: VSA50

Calibração: setembro/2001.

### 3.9.3. Equipamento Utilizado para Análise Estatística dos Dados

Todos os dados foram compilados numa base de dados e processados em um micro computadores PC (*Personal Computer*). Com a utilização de *soft* estatístico, aplicou-se a estatística de teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ) ao nível de significância de 0,05 e a Análise de Correspondência Múltipla, para análise dos dados.

A análise univariada forneceu uma visão descritiva geral a respeito da amostra, além de informações sobre médias e desvios padrão. Aplicou-se a análise bivariada com tabulações cruzadas com o uso da estatística de teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ), a fim de testar a hipótese de associação entre as variáveis. As tabulações cruzadas foram úteis para o entendimento dos relacionamentos entre as variáveis.

Stevenson (1986) menciona que para a aplicação da estatística do teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ), a condição é que as frequências esperadas sejam maior ou igual a cinco ( $fe \geq 5$ ). Caso esta condição não seja verificada em primeira mão, deve-se proceder com reagrupamentos entre categorias contíguas, a fim de se obter a frequência esperada mínima desejada para a aplicação do teste.

## CAPÍTULO 4 – ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1. Introdução

Nessa pesquisa, a análise estatística dos dados foi realizada de acordo com a avaliação dos sintomas relatados pelos trabalhadores, em presença do ruído, quando desempenhando suas atividades no ambiente de trabalho.

Para que se pudesse fazer um trabalho com melhor organização dos dados, agruparam-se as respostas em 3 classes distintas, que foram:

- dados pessoais;
- sintomas biológicos; e,
- sintomas psicossociais.

Para cada classe foi preparado um bloco de perguntas.

Com o objetivo de se extrair o maior número de informações, algumas perguntas foram elaboradas com número de categorias diferentes, mas, com o propósito de adquirir a mesma informação. Diante disso, procurou-se trabalhar com aquelas cuja representatividade, em termos de frequência fosse satisfatória à aplicação da estatística de teste.

O volume de informações coletado é bastante extenso devido à natureza da pesquisa, mesmo assim, em função da qualidade dos dados obtidos, os resultados serão apresentados em tabelas, figuras, e descrições pertinentes, embora o trabalho se torne um tanto volumoso.

Todos os dados coletados nas avaliações de ruído, bem como aqueles dos testes audiométricos, foram tratados estatisticamente. A princípio, estes foram tabulados numa base de dados em planilhas eletrônicas, com a finalidade de facilitar sua administração e visualização, como também, permitir a obtenção simultânea da estatística descritiva dos dados.

A análise foi realizada com a utilização do teste estatístico qui-quadrado ( $\chi^2$ ) e Análise de Correspondência Múltipla. Na investigação dos erros amostrais, utilizou-se o nível de significância ( $\alpha$ ) de 0,05.

## 4.2. Distribuição da Amostra de Estudo

A amostra possui uma distribuição heterogênea composta por dois grupos de trabalhadores. Um primeiro grupo formado pelos trabalhadores dos setores administrativos, nomeados segundo a literatura como “*white-collar*”, e um segundo grupo composto por aqueles trabalhadores que desempenham suas atividades em setores operacionais, nomeados pela literatura como “*blue-collar*”.

No primeiro grupo, composto por 67 trabalhadores, há uma predominância do sexo masculino 65,7%(44). Contudo, é o grupo em que o grau de instrução excede ao segundo grupo, distribuído entre segundo e terceiro graus completos, com percentuais de 9%(17) e 25,5%(48), respectivamente. No segundo grupo, há predominância do sexo masculino, justificada pelos tipos de setores (operacionais), tarefas e operações desempenhadas. É um grupo cujo grau de instrução está distribuído em 23,9%(45) com ensino fundamental, 39,8%(75) com ensino médio, e apenas um trabalhador com ensino superior.

Nota-se que a apresentação destes dois grupos, no contexto organizacional, deixa claro algumas de suas características. As mulheres concentram-se nos setores administrativos, enquanto os homens, a grande maioria 64,4%(121), distribui-se entre os setores operacionais.

A análise da exposição dos níveis de ruído foi efetuada em cada posto de trabalho, onde o trabalhador desempenhava suas atividades laborais. Devido à baixa variabilidade do nível de pressão sonora existente, este foi considerado constante no ambiente. Foram tomadas, em média, 4 medidas dos níveis de pressão sonora nas proximidades dos ouvidos enquanto o equipamento de produção estava em pleno funcionamento. Dos indivíduos que tomaram parte na pesquisa, a tabela 4.1 mostra a distribuição por sexo.

Tabela 4.1 – Distribuição dos trabalhadores por sexo.

Sexo	n	%
masculino	159	84,6
feminino	29	15,4

n- número de trabalhadores

%- percentagem de trabalhadores

Observou-se que dos 188 trabalhadores avaliados 84,6% (159) são do sexo masculino, enquanto 15,4% (29) do sexo feminino. Dos trabalhadores do sexo masculino, 61,2% (115) e 3,2% (6) do sexo feminino, respectivamente, desempenham suas atividades em setores

operacionais. Nos setores administrativos 23,4% (44) trabalhadores do sexo masculino e 12,2% (23) do sexo feminino executam suas atividades laborais no parque fabril. Em resumo, 64,4% dos trabalhadores trabalham em setores operacionais, enquanto 35,6% trabalham em setores administrativos. A tabela 4.2 mostra os dados descritivos da amostra de trabalhadores selecionados para o estudo.

Tabela 4.2 – Frequências de distribuição por idade e tempo de serviço.

Variáveis Padrão	n	média	min	max	desvio
Idade (anos)	188	30,1	19	61	8,2
Tempo Serviço (anos)	188	6,9	0,2	30	5,8

As tabelas 4.3 e 4.4 mostram a distribuição de frequências dos trabalhadores segundo a idade e o tempo de serviço na empresa. A faixa etária dos trabalhadores variou entre 19 e 61 anos, com mais da metade 56,9% (107), possuindo entre 20 a 30 anos, e 27,7% (52) entre 30 a 40 anos.

Tabela 4.3 – Distribuição dos trabalhadores por idade.

Idade (anos)	n	%
I<20	7	3,7
20<I≤30	107	56,9
30<I≤40	52	27,7
40<I≤50	18	9,6
50<I≤60	3	1,6
>60	1	0,5

O número de trabalhadores com idade até 20 anos é relativamente baixo (3,7%). A faixa etária com menor representação é a de idade acima de 60 anos com apenas um trabalhador. A média de idade da amostra é de 30,1 anos com um desvio padrão de 8,2 anos.

O tempo de serviço do trabalhador na empresa corresponde ao tempo de trabalho no ambiente em que desempenha suas tarefas. O tempo de exposição foi analisado, considerando-se o tempo em que o trabalhador desempenha suas atividades laborais normalmente, tendo uma variação entre 0,2 a 30 anos. A média de tempo de exposição no ambiente é de 6,9 anos, com um desvio padrão de 5,8 anos (Tabela 4.2). A maior parte do grupo estudado está concentrada na faixa de tempo de serviço até 5anos com um percentual de 52,2% (98).

Tabela 4.4 – Distribuição dos trabalhadores por tempo de serviço.

Tempo de Serviço (anos)	n	%
TS≤5	98	52,2
5<TS≤10	42	22,3
10<TS≤15	27	14,4
15<TS≤20	17	9,0
20<TS≤25	3	1,6
25<TS≤30	1	0,5

A jornada de trabalho na indústria metalmeccânica é de 9 h/d, sendo destinado um tempo de meia hora para refeições (almoço ou jantar) conforme seja o turno de trabalho. Na indústria de móveis, a jornada, embora seja a mesma, o tempo destinado à refeição é de 1 hora.

#### **4.3. Avaliação da Análise Bivariada dos Sintomas Apresentados de Acordo com as Medidas dos Níveis de Ruído Efetuadas no Ambiente e Postos de Trabalho.**

As conseqüências sobre os aspectos biológicos e psicológicos da influência do ruído foram investigadas através da classificação de variáveis de sintomas relatados pelos trabalhadores tais como, dor de cabeça (DÇ), tontura (TT), dor de ouvido (DO), dificuldade de comunicação (DC), incômodo por ruído (IPR), fadiga física (FF), fadiga mental (FM), ansiedade (AS), irritação (IR), e insônia (IS).

As medidas dos níveis de ruído realizadas a altura dos ouvidos direito (MD1 e MD12) e esquerdo (ME1 e ME12) do trabalhador e as medidas de ruído ambiental (fundo) (DB0 e DB1), foram cruzadas com cada variável da classificação. As medidas efetuadas a altura dos ouvidos, foram realizadas em jornada normal de trabalho, enquanto o setor de produção estava em pleno funcionamento. Houve postos de trabalho cujas medidas não foram efetuadas nas posições atrás ou na frente, por impedimento das condições físicas de construção ou por ocupação do próprio equipamento.

Os trabalhadores com funções de coordenação, supervisão e preparação, não dispunham de um local fixo de trabalho, nem uma rotina diária específica. Desse modo, houve uma variação nas medidas dos níveis de ruído, por serem efetuadas em diferentes pontos, aproveitando-se, portanto, sua permanência.

A análise da exposição foi efetuada levando-se em conta o setor da planta industrial onde o trabalhador desempenhava suas atividades, isto é, o posto de trabalho. Justifica-se a escolha



desse local, pois ali o ruído se mostrava de um modo contínuo e com pouca variação de intensidade, como pode ser visto pelo agrupamento das categorias, para desenvolvimento do tratamento estatístico (Tabelas 4.6, 4.7 e 4.8).

As medidas dos níveis de ruído ambiental (fundo) efetuadas nos diversos setores da planta industrial foram realizadas durante o intervalo concedido para almoço.

Sob o aspecto da percepção ao ruído manifestada pelo trabalhador no ambiente de trabalho, investigou-se a relevância do ruído ambiental (RA) como fator contribuinte na manifestação de alguns dos sintomas, através da expressão de cada um que fazia parte da pesquisa.

Para os sintomas e a percepção do trabalhador ao ruído ambiental, as categorias utilizadas no instrumento de pesquisa foram: Não e Sim. Todas as medidas foram realizadas quando o trabalhador desempenhava suas atividades no horário normal de trabalho. A tabela 4.5 mostra a distribuição descritiva das medidas dos níveis de ruído ambiental e medidas efetuadas à altura dos ouvidos dos trabalhadores durante a execução de tarefas no posto de trabalho.

Tabela 4.5 – Distribuição estatística dos níveis de ruído de fundo medidos na planta industrial e níveis de ruído medido a altura dos ouvidos direito e esquerdo do trabalhador no posto de trabalho.

Nível de Ruído Padrão	n	Média dB(A)	Min dB(A)	Max dB(A)	Desvio dB(A)
Ruído de Fundo	–	83,4	64,5	94,0	9,7
Ouvido Direito	99	95,3	81,2	109,1	5,7
Ouvido Esquerdo	99	95,3	81,1	110,2	6,0

Em todos os setores industriais, foram realizadas medições dos níveis de ruído de fundo. Somente nos setores operacionais, foram realizadas medições nos ouvidos direito e esquerdo, num percentual de 52,66% (99) da amostra de trabalhadores. Nos setores administrativos não foram realizadas medições dos níveis de pressão sonora nas proximidades dos ouvidos, em virtude de não haver, nesses ambientes, situações de fontes pontuais ou não, que superassem em qualquer instante àqueles considerados como de fundo (*background*).

As medidas efetuadas nas proximidades aos ouvidos do trabalhador não apresentaram diferenças significativas. Em ambos os ouvidos, os valores mínimos são praticamente os mesmos, enquanto os valores máximos mostram uma diferença de 1,1dB. Os valores dos desvios padrão mostram uma diferença muito pequena. Com relação aos níveis de ruído de fundo, medidos nos setores de trabalho, a tabela.4.6 mostra que a maioria dos trabalhadores

46,8% (88) está lotada em áreas cujos níveis de ruído são  $\leq 85$ dB(A), seguidos de 43,1 (81) lotados em áreas com níveis acima de 90 dB(A).

Tabela 4.6 – Distribuição dos níveis de ruído de fundo (DB0) em dB(A), medidos na planta industrial.

Nível de Ruído	Ruído Ambiental	
	n	%
NPS $\leq 85$	88	46,8
85<NPS $\leq 90$	19	10,1
NPS>90	81	43,1

Considerando o exposto pela Norma NR-15, somente 46,8% (88) dos trabalhadores encontram-se lotados em ambientes salubres, enquanto 53,2% (100) em áreas consideradas insalubres. As medidas realizadas no ouvido direito (MD1), como mostra a tabela 4.7, encontram-se em maior incidência de exposição em trabalhadores submetidos aos níveis entre (90<NPS $\leq 95$ ) (39,4%), seguidos, respectivamente, por aqueles expostos aos níveis mais altos entre (96<NPS $\leq 100$ ) (24,2%) e acima de 100dBA (24,2%).

Tabela 4.7 – Distribuição dos níveis de ruído medidos a altura do ouvido direito (MD1) e esquerdo (ME1) do trabalhador no posto de trabalho.

Nível de Ruído	Ouvido Direito		Ouvido Esquerdo	
	n	%	n	%
NPS $\leq 85$	4	4,1	4	4,0
(85<NPS $\leq 90$ )	8	8,1	8	8,1
(90<NPS $\leq 95$ )	39	39,4	38	38,4
(95<NPS $\leq 100$ )	24	24,2	22	22,2
NPS>100	24	24,2	27	27,3

Em relação às medidas executadas para o ouvido esquerdo, a maioria dos trabalhadores 38,4% (38) desempenham as atividades laborais em áreas cujos níveis de ruído estão na faixa de (90<NPS $\leq 95$ )dB(A); numa segunda incidência, 27,3% (27) encontram-se em áreas com níveis de ruído acima de 100dB(A); e um grupo menor de 22,2% (22) expostos a níveis de ruído na faixa de (95<NPS $\leq 100$ )dB(A). Os trabalhadores foram solicitados a responderem um questionário com 37 itens, contendo dados pessoais, antecedentes otológicos, reações sentidas no posto de trabalho, hábitos e costumes que possam estar associados à exposição ao ruído. Este instrumento foi dividido em grupos de variáveis, a fim de melhorar a análise dos dados. Os grupos de variáveis foram extraídos em função dos aspectos biológicos, psicológicos e sociais com o qual cada pergunta se identificava.

#### 4.3.1. Comparação Entre o Sintoma Tontura (TT) e as Medidas dos Níveis de Ruído Efetuadas no Ambiente e Postos de Trabalho

A comparação do sintoma tontura (TT) em função dos níveis de ruídos presentes na planta industrial é mostrada na tabela 4.8.

Tabela 4.8 – Frequências observadas entre o sintoma tontura (TT) e o nível de ruído de fundo (DB0), medido no ambiente de trabalho com faixas de ruído em dB(A).

Tontura	Ruído Ambiental em dB(A)			Total
	≤85	(>85-90)	>90	
<b>Não</b>	75	11	66	152
<b>%</b>	85,2	57,9	81,5	
<b>Sim</b>	13	8	15	36
<b>%</b>	14,8	42,1	18,5	
<b>Total</b>	88	19	81	188

A representatividade em termos de frequência entre as variáveis não satisfaz as exigências para a aplicação do teste estatístico. Todavia, não se recomenda o reagrupamento da categoria menos representativa, para não fugir ao padrão limite estabelecido pela legislação em vigor no país.

Nota-se que 46,8%(88) dos trabalhadores avaliados, trabalham em áreas cujos níveis de ruído encontram-se dentro do limites de ruído ≤85dB(A), enquanto 10,1%(19) e 43,1%(81), respectivamente, desempenham tarefas em áreas cujos níveis de ruído estão na faixa de (85<NPS≤90) e acima de 90dB(A). Dos 36 trabalhadores que declaram sentir tontura em presença do ruído de fundo, 36,1%(13) trabalham em áreas cujos níveis de ruído são até 85dB(A), enquanto 22,2%(8) e 41,7%(15), respectivamente, trabalham em áreas com os níveis de ruído entre (85<NPS≤90) e nível de pressão sonora acima de 90dB(A).

O cruzamento da variável tontura (TT) e nível de ruído de fundo (DB1), considerando a sua distribuição dentro das categorias até 85dB(A), e acima de 85dB(A), é mostrado na tabela 4.9, onde são mostrados os percentuais das frequências observadas em cada categoria.

A quantidade de trabalhadores em áreas com nível menor ou igual a 85dB(A), permanece inalterada, 46,8%(88), enquanto 53,2%(100) desempenham suas atividades em áreas com nível acima daquele limite estabelecido pela legislação. Com relação ao sintoma tontura, observa-se um percentual de 23%(23) declaram senti-la aos níveis acima de 85dB(A). Nota-se, contudo, pela aplicação do teste qui-quadrado ( $\chi^2=2,05$ ; gl=1; e p=0,15), que entre as variáveis não existe associação estatisticamente significativa.

Tabela 4.9 – Frequências observadas entre o sintoma tontura e o nível de ruído de fundo do ambiente, considerando as faixas de ruído  $\leq 85$  e  $>85$  dB(A).

Tontura	Ruído Ambiental em dB(A)		
	$\leq 85$	$>85$	Total
Não	75	77	152
%	85,2	77	
Sim	13	23	36
%	14,8	23	
<b>Total</b>	<b>88</b>	<b>100</b>	<b>188</b>

A tabela 4.10 mostra o resultado do cruzamento do sintoma tontura (TT) com as medidas dos níveis de pressão sonora efetuadas a altura do ouvido direito (MD1) do trabalhador, quando desempenhando suas atividades no posto de trabalho.

Tabela 4.10 – Frequências observadas entre o sintoma tontura (TT) e os níveis de pressão sonora medidos em dB(A) a altura do ouvido direito (MD1) do trabalhador no posto de trabalho.

Tontura	Medidas no Ouvido Direito em dB(A)					Total
	NPS $\leq 85$	(85<NPS $\leq 90$ )	(90<NPS $\leq 95$ )	(95<NPS $\leq 100$ )	NPS $>100$	
Não	2	6	31	18	19	76
%	50	75	79,5	75	79,2	
Sim	2	2	8	6	5	23
%	50	25	20,5	25	20,8	
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>39</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>99</b>

A tabela 4.10 mostra que uma pequena quantidade de trabalhadores possui o ouvido direito submetido a níveis considerados salutar, isto é,  $\leq 85$ dB(A), com uma representação de apenas 4,0%(4). A maioria está submetida aos níveis acima de 90 dB(A) com percentuais de 39,4%(39) para níveis (90<NPS $\leq 95$ ); e 24,2%(24) para níveis de (95<NPS $\leq 100$ ) e acima de 100dB(A). Metade dos trabalhadores, que se encontra trabalhando em áreas com níveis  $\leq 85$ dB(A), declara sentir problemas de tontura. A maior concentração de declarações sobre o problema de tontura encontra-se entre os trabalhadores que estão sujeitos a níveis situados entre (90<NPS $\leq 95$ ) e (95<NPS $\leq 100$ )dB(A), com percentuais de 20,51% e 25%, respectivamente.

O cruzamento da variável tontura (TT) com as medidas dos níveis de pressão sonora realizadas a altura do ouvido esquerdo (ME1) do trabalhador, é mostrado na tabela 4.11.

Tabela 4.11 – Frequências observadas entre o sintoma tontura (TT) e os níveis de ruído a altura do ouvido esquerdo (ME1) do trabalhador no posto de trabalho.

Tontura	Medidas no Ouvido Esquerdo em dB(A)					Total
	NPS≤85	(85<NPS≤90)	(90<NPS≤95)	(95<NPS≤100)	NPS>100	
<b>Não</b>	2	7	30	14	23	76
<b>%</b>	50	87,5	78,9	63,6	85,2	
<b>Sim</b>	2	1	8	8	4	23
<b>%</b>	50	12,5	21,1	36,4	14,8	
<b>Total</b>	4	8	38	22	27	99

Semelhante às observações registradas na análise realizada para o ouvido direito, nota-se, que os dados para o ouvido esquerdo, também, possui uma taxa reduzida de trabalhadores 4,0%(4), que executam suas tarefas sem que os níveis de ruído superem os valores limites estabelecidos pela legislação. Mais uma vez, vê-se a existência de número elevado de trabalhadores que desempenham suas atividades laborais submetidos a níveis de ruído acima de 85dB(A). Um percentual de 38,4%(38) de trabalhadores está com o ouvido esquerdo submetido a níveis entre (90<NPS≤95)dB(A); e 22,2%(22) a níveis na faixa de (95<NPS≤100)dB(A); e 27,3%(27) a níveis acima de 100dB(A). Dos 23 trabalhadores com problemas de tontura, 8,7% declaram senti-la, mesmo quando o nível de ruído é menor ou igual a 85dB(A). As maiores manifestações do sintoma concentram-se nas faixas de (90<NPS≤95), (95<NPS≤100) e acima de 100dB(A), com 72,3%, dos trabalhadores submetidos às medições. As duas primeiras categorias mostram baixa representatividade em termos de frequência, exatamente onde os níveis de ruído encontram-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação. As frequências de maiores valores situam-se dentro das faixas de ruído superiores a 90dB(A), com uma concentração maior nas faixas (90<NPS≤95) e (95<NPS≤100)dB(A).

A comparação da variável tontura (TT) e as medidas dos níveis de pressão sonora nos ouvidos direito (MD12) e esquerdo (ME12) também foi feita levando em consideração as duas categorias anteriormente estabelecidas. Os resultados são mostrados na tabela 4.12.

Trabalhando com essas duas categorias, tem-se uma visão globalizada do número de trabalhadores que desempenha suas atividades laborais em postos de trabalho, cujos níveis de ruído são identificados como salubres e insalubres. A maioria dos trabalhadores 96,0%(95) desempenha suas atividades em postos de trabalho, sujeitos a níveis de ruído maiores que 85dB(A). Considerando o sintoma tontura, 50% dos trabalhadores em áreas com níveis de

ruído  $\leq 85$ dB(A), declaram sentir tal problema, e 22,1% daqueles submetidos a níveis  $>85$ dB(A), declaram senti-la também.

Tabela 4.12 – Frequências observadas entre o sintoma tontura (TT) e os níveis de ruído medidos a altura do ouvido direito (MD12) e esquerdo (ME12) do trabalhador no posto de trabalho, com níveis  $\leq 85$  dB(A) e  $>85$  dB(A).

Tontura	Ouvido Direito		Ouvido Esquerdo		Total
	$\leq 85$	$>85$	$\leq 85$	$>85$	
<b>Não</b>	2	74	2	74	76
%	50	77,9	50	77,9	
<b>Sim</b>	2	21	2	21	23
%	50	22,1	50	22,1	
<b>Total</b>	4	95	4	95	99

Apenas 4,0%(4) dos trabalhadores avaliados encontram-se inseridos dentro da categoria cujo nível de ruído está nos limites estabelecidos. A representatividade mais alta, em termos de frequência, é mostrada entre aqueles que trabalham submetidos aos níveis de ruído superiores a 85dB(A). Os percentuais referentes aos trabalhadores submetidos a níveis de ruído  $\leq 85$  e  $>85$ dB(A) para ambas as situações (ouvido direito e ouvido esquerdo) são os mesmos. Isto reflete que os níveis de pressão sonora que chegam aos ouvidos são os mesmos, desconsiderando o anteparo provido pela cabeça do trabalhador. De modo semelhante, a tabela 4.12 mostra que o número de trabalhadores que sentem tontura quando o ouvido esquerdo está submetido aos níveis de exposição é o mesmo evidenciado nas verificações feitas para o ouvido direito. A representatividade, em termos de frequência, não é satisfeita para a aplicação da estatística de teste, todavia, não será efetuado nenhum reagrupamento para não fugir aos padrões legitimados pela norma.

#### 4.3.1.1. Comparação entre o sintoma tontura (TT) e a percepção do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA)

Comparando-se o sintoma tontura (TT) com a percepção em relação ao ruído existente no ambiente de trabalho (RA), o resultado é mostrado na tabela 4.13. Ao nível de amostra geral, 35,6% (67) dos trabalhadores declaram que o ruído ambiental não é o fator principal da etiologia do sintoma tontura, enquanto 64,4%(121) declaram que sim. Dos 36 trabalhadores que manifestam problemas de tontura (TT), relacionados com o ruído ambiental (RA), 30,6% (11), embora declarem que o ruído não seja o fator principal da manifestação do sintoma,

contudo, sentem problemas de tontura. Os outros 69,4% (25) associam o problema de tontura ao ruído ambiental existente.

Tabela 4.13 – Frequências observadas entre o sintoma tontura (TT) e a percepção do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA) existente no ambiente de trabalho.

Tontura	Percepção do Ruído Ambiental		
	Não	Sim	Total
<b>Não</b>	56	96	152
<b>%</b>	83,6	79,3	
<b>Sim</b>	11	25	36
<b>%</b>	16,4	20,7	
<b>Total</b>	67	121	188

Pode-se verificar a existência de alta representatividade de frequências entre as variáveis em todas as categorias. A aplicação do teste qui-quadrado ( $\chi^2=0,5$ ;  $gl=1$ ; e  $p=0,48$ ), todavia, mostra resultados que demonstram não haver associação estatística significativa entre as variáveis.

#### 4.3.2. Comparação Entre o Sintoma Dor de Cabeça (DC) e as Medidas dos Níveis de Ruído Efetuadas no Ambiente e Postos de Trabalho

A tabela 4.14 mostra o resultado do cruzamento entre o sintoma dor de cabeça (DC) e as medidas dos níveis de ruído ambiental (DB0), medidos em dB(A) no ambiente da planta industrial.

Tabela 4.14 – Frequências observadas entre o sintoma dor de cabeça (DC) e os níveis de ruído ambiental (DB0) em dB(A) existente na planta industrial.

Dor de Cabeça	Ruído Ambiental dB(A)			Total
	NPS $\leq$ 85	(85<NPS $\leq$ 90)	NPS>90	
<b>Não</b>	38	2	18	58
<b>%</b>	43,2	10,5	22,2	
<b>Sim</b>	50	17	63	130
<b>%</b>	56,8	89,5	77,8	
<b>Total</b>	88	19	81	188

Dos 88 trabalhadores que executam atividades em áreas com níveis de ruído até 85dB(A), 56,8%(50) declaram sentir dor de cabeça, enquanto 89,5%(17) e 77,8%(63), respectivamente, manifestam o sintoma quando desempenhando atividades com níveis de

ruído entre ( $85 < \text{NPS} \leq 90$ ) e acima de  $90 \text{dB(A)}$ . A existência de representatividade, em termos de frequência entre as variáveis, satisfaz, pois às exigências do teste. Os resultados do teste estatístico ( $\chi^2=12,78$ ;  $gl=2$ ;  $p=0,0017$ ) mostram a existência de diferenças estatisticamente significantes entre as variáveis, demonstrando, portanto, uma associação significativa.

Levando em consideração o limite máximo do nível de ruído, estabelecido pela legislação, reagrupou-se a tabela 4.14 em apenas duas categorias de níveis de ruído, com o objetivo de verificar o número de trabalhadores que desempenham atividades em áreas com níveis considerados salutar. Os resultados são tabulados na tabela 4.15.

Tabela 4.15 – Frequências observadas entre o sintoma dor de cabeça (DC) e os níveis de ruído ambiental (DB1), em dB(A), existentes na planta industrial.

Dor de Cabeça	Ruído Ambiental dB(A)		
	$\leq 85$	$> 85$	Total
Não	38	20	58
%	43,2	20	
Sim	50	80	130
%	56,8	80	
Total	88	100	188

Em áreas cujos níveis de ruído são superiores a  $85 \text{dB(A)}$ ,  $80\%(80)$  dos trabalhadores manifestam tal sintoma. Aos trabalhadores que desempenham suas atividades laborais nessas áreas, a legislação recomenda o uso de protetores auditivos. Dentro dessa consideração, pode-se ver uma ótima representatividade em termos de frequência entre as variáveis em estudo. Com a aplicação do teste qui-quadrado, os resultados ( $\chi^2=11,79$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,0006$ ) mostram a existência de diferença estatisticamente significativa entre as variáveis ao nível de significância estabelecido.

O cruzamento da variável dor de cabeça (DC) em relação aos níveis de ruído medidos a altura dos ouvidos direito (MD1) e esquerdo (ME1) do trabalhador são verificados e os resultados estão tabulados nas tabelas 4.16 e 4.17. Sob o enfoque da análise da amostra, considerando o cruzamento realizado, a categoria mais significativa foi na faixa de ( $90 < \text{NPS} \leq 95$ )dB(A) com uma incidência de  $39,4\%$ . Em segundo lugar, destacam-se, simultaneamente, as categorias de níveis entre ( $95 < \text{NPS} \leq 100$ )dB(A) e acima de  $100 \text{dB(A)}$  com os mesmos percentuais de  $24,2\%$ . A representatividade entre as variáveis em termos de frequência é baixa, não satisfazendo, desse modo, as exigências para a aplicação da estatística de teste.



Tabela 4.16 – Frequências observadas entre o sintoma dor de cabeça (DC) e os níveis de ruído em dB(A) a altura do ouvido direito (MD1) do trabalhador no posto de trabalho.

Dor de Cabeça	Medidas no Ouvido Direito em dB(A)					Total
	NPS≤85	(85<NPS≤90)	(90<NPS≤95)	(95<NPS≤100)	NPS>100	
Não	0	2	12	1	6	21
%	0	25	30,8	4,2	25	
Sim	4	6	27	23	18	78
%	100	75	69,2	95,8	75	
<b>Total</b>	4	8	39	24	24	99

Dos trabalhadores submetidos em áreas com níveis de ruído abaixo de 85dB(A), apenas 4 declaram sentir dor de cabeça. Isto mostra que, mesmo em níveis abaixo dos considerados salubres, ainda há indivíduos no ambiente de trabalho que manifestam sintomas de dores de cabeça. Sob o enfoque de análise da amostra, a categoria mais freqüente foi na faixa de (90<NPS≤95)dB(A), com 39,4% de incidência. Em segundo lugar, aparecem as categorias com níveis na faixa (95<NPS≤100)dB(A) e NPS>100 dB(A) com 24,2% de incidência, respectivamente. Estes dados são muito significativos, pois identificam os segmentos da empresa com níveis mais altos de ruído, onde a maioria dos trabalhadores está concentrada, as quais podem ser apontadas como fatores causais do sintoma.

Tabela 4.17 – Frequências observadas entre o sintoma dor de cabeça (DC) e os níveis de ruído em dB(A) a altura do ouvido esquerdo (ME1) do trabalhador no posto de trabalho.

Dor de Cabeça	Medidas no Ouvido Direito em dB(A)					Total
	NPS≤85	(85<NPS≤90)	(90<NPS≤95)	(95<NPS≤100)	NPS>100	
Não	0	2	10	2	6	21
%	0	37,2	26,3	9,1	22,2	
Sim	4	5	28	20	21	78
%	100	62,5	73,7	90,9	77,8	
<b>Total</b>	4	8	38	22	27	99

É baixa a representatividade em termos de freqüência entre as variáveis, de modo que as exigências da estatística de teste não são satisfeitas. Todavia, digno de nota é o paralelismo existente entre as medidas realizadas em ambos os ouvidos em relação à primeira categoria. Diante do enfoque da análise da amostra, o cruzamento entre as variáveis indica que existe maior representatividade de trabalhadores nas três últimas categorias, onde as áreas se destacam como as mais ruidosas. Dos trabalhadores avaliados, 38,4%(38) com níveis de ruído

na faixa de  $(90 < \text{NPS} \leq 95) \text{dB(A)}$ ; 22,2%(22) em postos de trabalho com níveis entre  $(95 < \text{NPS} \leq 100) \text{dB(A)}$ , e 27,3%(27) em postos cujos níveis situam-se acima de  $100 \text{dB(A)}$ .

Dentro do enfoque da análise de categorias, observa-se que é reduzido o número de trabalhadores em situações de trabalho, cujos níveis estejam dentro dos limites legalmente estabelecidos. Os postos de trabalho onde existem maiores números de trabalhadores são aqueles onde os níveis de ruído são mais altos. Dentro da terceira categoria têm-se, 73,7%(28); 90,9%(20) na posterior e finalmente, 77,8%(21) na última.

O sintoma dor de cabeça (DÇ) foi, também comparado com as medidas dos níveis de ruído efetuadas próximo aos ouvidos do trabalhador, levando em consideração os limites estabelecidos de  $\leq 85 \text{dB(A)}$ . Os resultados são mostrados na tabela 4.18.

Observa-se que na comparação entre as variáveis, a representatividade em termos de frequência é baixa. Dos trabalhadores que foram submetidos às medidas de níveis de ruído próximas aos ouvidos, quando submetidos a níveis menores ou iguais a  $85 \text{dB(A)}$ , todos declaram sentir dor de cabeça. Em nível de amostragem geral, isto deve nortear um olhar mais amplo do ponto de vista social, com relação ao sintoma dor de cabeça, principalmente, com respeito aos trabalhadores lotados em áreas com níveis de ruído acima de  $85 \text{dB(A)}$ , que de igual modo manifestam o mesmo sintoma.

Tabela 4.18 – Frequências observadas entre o sintoma dor de cabeça (DÇ) e os níveis de ruído em  $\text{dB(A)}$  realizadas no ouvido direito (MD12) e esquerdo (ME12) no posto de trabalho.

Dor de Cabeça	Ouvido Direito		Ouvido Esquerdo		Total
	$\leq 85$	$> 85$	$\leq 85$	$> 85$	
Não	0	21	0	21	21
%	0	22,1	0	22,1	
Sim	4	74	4	74	78
%	100	77,9	100	77,9	
Total	4	95	4	95	99

#### 4.3.2.1. Comparação entre o sintoma dor de cabeça (DÇ) e a percepção do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA)

O cruzamento entre a variável dor de cabeça (DÇ) e a percepção do ruído, no ambiente de trabalho (RA), tem seus resultados apresentados na tabela 4.19.

Em relação ao sintoma dor de cabeça, nota-se que 56,7% (38) dos trabalhadores não consideram o ruído ambiental como causa principal do sintoma. Por outro lado, 76,0% (92) consideram o ruído ambiental como causa principal.

Tabela 4.19 – Frequências observadas entre o sintoma dor de cabeça (DC) e a percepção do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA), existente no ambiente de trabalho.

Dor de Cabeça	Percepção do Ruído Ambiental		
	Não	Sim	Total
Não	29	29	58
%	43,3	24	
Sim	38	92	130
%	56,7	76	
Total	67	121	188

Verifica-se que 35,6% (67) dos trabalhadores declaram não possuir percepção alguma quanto ao ruído ambiental, enquanto 64,4% (121) manifestam suas percepções favoráveis de que o ruído ambiental favorece o surgimento do sintoma dor de cabeça no ambiente de trabalho. A existência de alta representatividade em termos de frequências se adequada às exigências do teste, de modo que os resultados de sua aplicação ( $\chi^2=7,54$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,006$ ) indicam a existência de diferença estatisticamente significativa entre as variáveis.

#### 4.3.3. Comparação Entre o Sintoma Dor de Ouvido (DO) e as Medidas dos Níveis de Ruído Efetuadas no Ambiente e Postos de Trabalho

O resultado da comparação do sintoma dor de ouvido (DO) em relação aos níveis de ruído de fundo existentes no ambiente de trabalho é mostrado na tabela 4.20.

Tabela 4.20 – Frequências observadas entre o sintoma dor de cabeça (DC) e o nível de ruído de fundo (DB0) em dB(A) no ambiente de trabalho.

Dor de Ouvido	Medidas de Ruído de Fundo dB(A)			Total
	NPS $\leq$ 85	(85<NPS $\leq$ 90)	NPS>90	
Não	82	14	61	157
%	93,2	73,7	75,3	
Sim	6	5	20	31
%	6,9	26,3	24,7	
Total	88	19	81	188

A baixa representatividade em termos de frequência, não satisfaz as exigências da estatística de teste. Em nível amostral, observa-se alta incidência de trabalhadores, 46,8%(88) lotados em setores com níveis de exposição até 85dB(A), identificando, aqueles que desempenham atividades em setores ocupacionais do tipo administrativo. Contudo, existe alta concentração, também, de trabalhadores nos setores operacionais com incidência de 43%(81), lotados, principalmente, em áreas cujos níveis de ruído são superiores a 90dB(A). Com relação ao sintoma dor de ouvido, nota-se que nos setores administrativos, é baixa a incidência de trabalhadores com o sintoma 6,9%(6), mas nas áreas onde os níveis de ruído são superiores a 85dB(A), as frequências são maiores, com percentual de 24,7%(20).

O resultado do cruzamento entre a variável dor de ouvido (DO) e as medidas de ruído de fundo (DB1), considerando os limites dos níveis de ruído normalizados, é mostrado na tabela 4.21.

Nota-se agora, uma situação em que a tabela exibe a existência de dois grupos bem distintos dentro da planta industrial, isto é, o grupo de trabalhadores em setores administrativos e o grupo daqueles que trabalham em setores operacionais, seguindo o exposto pelas normas NR-15 da Portaria nº 3.214 do Ministério do Trabalho e NBR-10152 da ABNT.

Tabela 4.21 – Frequências observadas entre o sintoma dor de ouvido (DO) e os níveis de ruído de fundo (DB1), em dB(A) no ambiente de trabalho.

Dor de Ouvido	Ruído de Fundo em dB(A)		
	≤85	>85	Total
<b>Não</b>	82	75	157
<b>%</b>	93,2	75	
<b>Sim</b>	6	25	31
<b>%</b>	6,8	25	
<b>Total</b>	88	100	188

Como na análise anterior, o percentual de trabalhadores na primeira categoria é o mesmo, pois, esta não mudou, entretanto, com o reagrupamento, a segunda categoria subiu para 53,2%(100). Em relação ao sintoma dor de ouvido, a maior incidência deste 25%(25), continua sendo entre os trabalhadores cujas atividades são desempenhadas em áreas com níveis de ruído acima de 85dB(A). A representatividade em termos de frequência entre as variáveis satisfaz as exigências do teste. Os resultados do teste qui-quadrado ( $\chi^2=11.23$ ; gl=1;  $p=0,0008$ ) demonstram a existência, entre as variáveis, de associação estatisticamente significativa.

A comparação da variável dor de ouvido (DO) com as medidas de níveis de pressão sonora realizadas a altura do ouvido direito (MD1) e esquerdo (ME1) do trabalhador, foi verificada levando em consideração cinco categorias distintas, cujos resultados são mostrados nas tabelas 4.22 e 4.23.

Tabela 4.22 – Frequências observadas entre o sintoma dor de ouvido (DO) e os níveis de ruído em dB(A) a altura do ouvido direito (MD1) do trabalhador no posto de trabalho.

Dor de Ouvido	Medidas no Ouvido Direito em dB(A)					Total
	NPS≤85	(85<NPS≤90)	(90<NPS≤95)	(95<NPS≤100)	NPS>100	
Não	3	5	31	18	17	74
%	75	62,5	79,5	75	70,8	
Sim	1	3	8	6	7	25
%	25	37,5	20,5	25	29,2	
<b>Total</b>	4	8	39	24	24	99

Dos trabalhadores participantes, 4,0%(4) trabalham em áreas com níveis ≤85dB(A). As maiores concentrações encontram-se em áreas onde os níveis de ruído são mais elevados. Com relação ao sintoma dor de ouvido, a incidência de manifestações maior dá-se entre os trabalhadores que desempenham atividades em áreas mais ruidosas. Nota-se em áreas com níveis de ruído ≤85, apenas um trabalhador manifesta o sintoma. Estas informações são bastante significativas, pois apontam os segmentos cujos níveis de ruído podem ser considerados como fatores causais do sintoma, os quais merecem atenção para as operações de controle, como sugere o modelo de trabalho.

É baixa a representatividade em termos de frequência entre as variáveis, tanto que as exigências do teste não foram satisfeitas para a aplicação da estatística de teste.

Tabela 4.23 – Frequências observadas entre o sintoma dor de ouvido (DO) e os níveis de ruído em dB(A) a altura do ouvido esquerdo (ME1) do trabalhador no posto de trabalho.

Dor de Ouvido	Medidas no Ouvido Esquerdo em dB(A)					Total
	NPS≤85	(85<NPS≤90)	(90<NPS≤95)	(95<NPS≤100)	NPS>100	
Não	3	4	32	16	19	74
%	75	50	84,2	72,7	70,4	
Sim	1	4	6	6	8	25
%	25	50	15,8	27,3	29,6	
<b>Total</b>	4	8	38	22	27	99

Os resultados na tabela 4.23 mostram uma distribuição de frequências semelhante àquelas obtidas na comparação com as medidas realizadas no ouvido direito. As diferenças tanto nos valores percentuais quanto nos totais, são pequenas.

Observa-se alto número de trabalhadores com o ouvido esquerdo sendo submetido a níveis de ruído acima de 90dB(A), isto é, 38,4%(38), 22,2%(22) e 27,3%(27), respectivamente, nas faixas entre ( $90 < \text{NPS} \leq 95$ ); ( $95 < \text{NPS} \leq 100$ ) e acima de 100dB(A). Com relação ao sintoma dor de ouvido, 25 trabalhadores manifestam-no, com incidências mais elevadas naqueles cujos ouvidos se encontram expostos a níveis superiores a 85dB(A). A representatividade em termos de frequência é baixa, por isso, a associação entre as variáveis não pôde ser verificada pela aplicação do teste estatístico.

O sintoma dor de ouvido (DO), foi também, comparado às medidas dos níveis de ruído efetuadas próximo aos ouvidos direito (MD12) e esquerdo (ME12) levando em consideração o limite de salubridade, ou seja, níveis até 85dB(A) para jornada de 8 horas/dia. Os resultados são mostrados na tabela 4.24.

Tabela 4.24 – Frequências observadas entre o sintoma dor de ouvido (DO) e os níveis de ruído em dB(A) a altura dos ouvidos direito (MD12) e esquerdo (ME12) do trabalhador no posto de trabalho.

Dor de Ouvido	Ouvido Direito		Ouvido Esquerdo		Total
	≤85	>85	≤85	>85	
<b>Não</b>	3	71	3	71	74
<b>%</b>	75	74,7	75	74,7	
<b>Sim</b>	1	24	1	24	25
<b>%</b>	25	25,3	25	25,3	
<b>Total</b>	4	95	4	95	99

Os resultados indicam o número de trabalhadores com ouvidos expostos aos níveis de ruído, que apresenta relação causal com o sintoma dor de ouvido. Do total de participantes, nota-se uma incidência alta de trabalhadores 96,0%(95), submetidos a níveis acima daqueles estabelecidos legalmente. Com relação ao sintoma dor de ouvido, dos 25 trabalhadores que manifestam o problema, 96%(24) encontram-se entre aqueles lotados em áreas com níveis de ruído acima de 85dB(A).

O número de trabalhadores cujo ouvido esquerdo encontra-se submetido a níveis de ruído até 85 e acima de 85dB(A), é exatamente o mesmo relacionado ao ouvido direito. A provável explicação desse fato deve-se, provavelmente, a pequena distância entre o trabalhador e a fonte sonora, bem como a sua postura frontal à máquina. O que chama a atenção, também, é que em termos de amostra geral, apenas 4,0% (4) trabalhadores de setores operacionais executam suas tarefas submetidos a níveis de ruído ≤85 dB(A). A

representatividade, em termos de frequências, para ambas as situações é baixa, não satisfazendo as exigências para a aplicação da estatística do teste.

#### 4.3.3.1. Comparação entre o sintoma dor de ouvido (DO) e a percepção do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA)

A comparação do sintoma dor de ouvido (DO) com a percepção do trabalhador a respeito do nível de ruído ambiental (RA), como um fator causal, tem os resultados mostrados na Tabela 4.25.

Tabela 4.25 – Frequências observadas entre o sintoma dor de ouvido (DO) e o ruído ambiental (RA), percebido pelo trabalhador no ambiente de trabalho.

Dor de Ouvido	Percepção do Ruído Ambiental		
	Não	Sim	Total
Não	64	93	157
%	95,5	76,9	
Sim	3	28	31
%	4,5	23	
Total	67	121	188

Nota-se que 35,7% (67) dos trabalhadores manifestam declarações negativas a respeito da percepção do ruído ambiental, enquanto 64,3% (121) fazem declarações positivas. Com relação ao sintoma dor de ouvido 4,5% (3) dos trabalhadores, embora tenham declarações negativas a respeito da percepção do ruído ambiental, mesmo assim, sentem dor de ouvido. A maior incidência do sintoma, com um percentual de 23%(28), encontra-se entre aqueles trabalhadores cuja percepção é declarada como positiva. É alta a representatividade em termos de frequência entre as variáveis, de modo que os resultados do teste qui-quadrado ( $\chi^2=10,9$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,00096$ ) mostram a existência de associação estatisticamente significativa.

#### 4.3.4. Comparação Entre o Sintoma Dificuldade de Comunicação (DC) e as Medidas dos Níveis de Ruído Efetuadas no Ambiente de Trabalho

O cruzamento da variável dificuldade de comunicação (DC) e os níveis de ruído de fundo (DB0) no ambiente de trabalho medidos em dB(A) são mostrados na tabela 4.26.

Tabela 4.26 – Frequências observadas entre o sintoma dificuldade de comunicação (DC) e os níveis de ruído de fundo (DB0) no ambiente de trabalho em dB(A).

Dif. de Com.	Medidas de Ruído de Fundo dB(A)			
	NPS $\leq$ 85	(85<NPS $\leq$ 90)	NPS>90	Total
Não	73	16	61	150
%	82,9	84,2	75,3	
Sim	15	3	20	38
%	17	15,8	24,6	
<b>Total</b>	<b>88</b>	<b>19</b>	<b>81</b>	<b>188</b>

Dos trabalhadores avaliados, 46,8% (88) encontram-se submetidos a níveis de ruído  $\leq$ 85dB(A). A segunda categoria, embora com menor frequência 10,1% (19), deve ser considerada com atenção, pois, a faixa de níveis de ruído, segundo a legislação, é considerada prejudicial para jornadas além de 8 horas. A incidência maior 43,08% (81) está na última categoria, cujos níveis de ruído estão acima de 90dB(A). As duas últimas categorias fornecem informações significativas, pois mostram a dicotomia existente no parque fabril, entre aqueles que trabalham em setores do tipo operacional daqueles que trabalham em setores do tipo administrativo, indicados na primeira categoria.

Entre os trabalhadores em setores com níveis de ruído  $\leq$ 85dB(A) existe uma incidência de 17%(15) que manifestam dificuldade de comunicar-se dentro do ambiente laboral, mesmo em setores administrativos. Já nos setores operacionais, com níveis de ruído mais elevados o número de trabalhadores que manifesta o sintoma é de 24,6% (20).

A comparação estatística entre o sintoma dificuldade de comunicação (DC) e o ruído de fundo (DB1), existente na planta industrial, é mostrada na tabela 4.27. É baixa a representatividade em termos de frequências, de modo que não foi possível aplicar a estatística de teste para verificação da associação entre as variáveis.

Tabela 4.27 – Frequências observadas entre o sintoma dificuldade de comunicação (DC) e os níveis de ruído de fundo (DB1) no ambiente de trabalho.

Dif. de Com.	Ruído Ambiental em dB(A)		
	$\leq$ 85	>85	Total
Não	73	77	150
%	82,9	77	
Sim	15	23	38
%	17	23	
<b>Total</b>	<b>88</b>	<b>100</b>	<b>188</b>



Pode-se notar que dos 188 trabalhadores participantes do estudo, 46,8%(88) encontram-se lotados em setores cujos níveis de ruído são iguais ou inferiores a 85dB(A), e 53,2% (100) encontram-se trabalhando em setores onde os níveis de ruído são superiores a 85dB(A). Em referência ao sintoma em pauta, observa-se que entre os trabalhadores com atividades em setores com níveis de ruído até 85dB(A), 17%(15) manifestam sentir dificuldade de comunicação. Observa-se com o aumento dos níveis de ruído uma proporcionalidade crescente na frequência do sintoma entre os trabalhadores, principalmente por se tratar de setores mais ruidosos. A representatividade em termos de frequência é satisfatória para aplicação do teste. Os resultados do teste qui-quadrado ( $\chi^2=1,03$ ;  $g^2=1$ ;  $p=0,31$ ) indicam que não existe diferença estatisticamente significativa, demonstrando não haver associação entre as variáveis.

Os resultados do cruzamento da variável dificuldade de comunicação (DC) e as medidas realizadas a altura do ouvido direito do trabalhador (MD1) são mostrados na tabela 4.28.

Tabela 4.28 – Frequências observadas entre o sintoma dificuldade de comunicação (DC) e os níveis de ruído em dB(A) efetuadas no ouvido direito (MD1) do trabalhador no posto de trabalho.

Dif. de Com.	Medidas no Ouvido Direito em dB(A)					Total
	NPS≤85	(85<NPS≤90)	(90<NPS≤95)	(95<NPS≤100)	NPS>100	
<b>Não</b>	3	7	29	21	15	75
<b>%</b>	75	87,5	74,4	87,5	62,5	
<b>Sim</b>	1	1	10	3	9	24
<b>%</b>	25	12,5	25,6	12,5	37,5	
<b>Total</b>	4	8	39	24	24	99

A tabela mostra que um pequeno número de trabalhadores 4,0%(4) submetido a níveis de ruído igual ao inferior a 85dB(A). Maiores aglomerações estão nos setores cujos níveis de ruído são superiores a 85dB(A). Neste caso, por exemplo, a incidência mais elevada está na faixa de ruído entre (90<NPS≤95)dB(A). Nota-se que ao nível da variável dificuldade de comunicação, esta mesma faixa é onde se dá a incidência maior de trabalhadores sob as influências dos níveis de pressão sonora. É baixa a representatividade das variáveis em termos de frequência, não satisfazendo as exigências para uso da estatística do teste.

A comparação da variável dificuldade de comunicação (DC) e as medidas dos níveis de ruído a altura do ouvido esquerdo (ME1) do trabalhador, no posto de trabalho, é registrada na tabela 4.29.

A maior parte dos trabalhadores submetidos a níveis elevados de ruído, concentra-se na faixa entre  $(90 < \text{NPS} \leq 95) \text{dB(A)}$  com 38,4%(38), seguida daqueles expostos a níveis acima de 100dB(A) com 27,3%(27), e 22,2%(22) expostos a níveis na faixa  $(95 < \text{NPS} \leq 100) \text{dB(A)}$ , respectivamente. Quantitativamente, percebe-se que a maior parte encontra-se exposta a níveis de ruído acima de 90dB(A), tratando-se, pois, daqueles trabalhadores lotados nos setores operacionais. Em nível de análise do sintoma, apenas um trabalhador manifesta sentir dificuldade de comunicação em relação ao ouvido esquerdo. A maioria das incidências relativas ao sintoma, dá-se aos níveis acima de  $(90 < \text{NPS} \leq 95) \text{dB(A)}$  em semelhança à análise feita no ouvido direito. A representatividade entre as variáveis, em termos de frequência, é baixa, tanto que o teste não pode ser aplicado, por não ter suas condições de aplicação satisfeitas, isto é,  $(fe \geq 5)$ , onde  $(fe)$  significa frequência esperada.

Tabela 4.29 – Frequências observadas entre o sintoma dificuldade de comunicação (DC) e os níveis de ruído em dB(A) no ouvido esquerdo (ME1) do trabalhador no posto de trabalho.

Dif. de Com.	Medidas no Ouvido Esquerdo em dB(A)					Total
	$\text{NPS} \leq 85$	$(85 < \text{NPS} \leq 90)$	$(90 < \text{NPS} \leq 95)$	$(95 < \text{NPS} \leq 100)$	$\text{NPS} > 100$	
<b>Não</b>	3	5	30	21	16	75
<b>%</b>	75	62,5	79	95,5	59,3	
<b>Sim</b>	1	3	8	1	11	24
<b>%</b>	25	37,5	21	4,6	40,7	
<b>Total</b>	4	8	38	22	27	99

Considerando o exposto pela legislação, as medidas dos níveis ruído nos ouvido direito e esquerdo foram agrupadas nas duas últimas categorias, caracterizando, portanto, ambientes com níveis de ruído acima de 85dB(A), considerados insalubres. Dessa maneira, a comparação entre a variável dificuldade de comunicação e as medidas dos níveis de ruído é tabulada na tabela 4.30.

Pelas frequências observadas, verifica-se que a dificuldade de comunicação em relação ao ouvido direito e esquerdo são as mesmas dentro das categorias. Tem-se, nesse caso, uma visão geral do número de trabalhadores que, no desempenho de suas atividades, possui a audição submetida a níveis de ruído  $\leq 85$  e  $> 85 \text{dB(A)}$ . Não foi possível a aplicação da estatística de teste, em virtude da baixa representatividade em termos de frequências.

Observa-se, ainda, que o número de trabalhadores submetido aos níveis de ruído dentro de cada categoria, em relação a cada ouvido, é exatamente o mesmo. Isto reflete que não há diferença entre os níveis de imissão sonora no pavilhão auditivo direito e esquerdo durante as

operações de trabalho. Essa semelhança se justifica devido o trabalhador, no desempenho de suas atividades, permanecer com os ouvidos expostos, simultaneamente, defronte a fonte de ruído, isto é, a máquina em operação no posto de trabalho.

Tabela 4.30 – Frequências observadas entre o sintoma dificuldade de comunicação (DC) e os níveis de ruído em dB(A) efetuadas nos ouvidos direito (MD12) e esquerdo (ME12) do trabalhador no posto de trabalho.

Dif. de Com.	Ouvido Direito		Ouvido Esquerdo		Total
	≤85	>85	≤85	>85	
<b>Não</b>	3	72	3	72	75
<b>%</b>	75	75,8	75	75,8	
<b>Sim</b>	1	23	1	23	24
<b>%</b>	25	24,2	25	24,2	
<b>Total</b>	4	95	4	95	99

Das medidas efetuadas em ambos os ouvidos, 96,0% (95) estão submetidos a níveis de ruído acima dos normalizados. Em relação ao sintoma dificuldade de comunicação, a incidência maior dá-se, também, onde os níveis de ruído são superiores àqueles estabelecidos. Desse modo, afirma-se que a maioria dos trabalhadores desempenha atividades laborais em ambientes considerados insalubres.

#### 4.3.4.1. Comparação entre o sintoma dificuldade de comunicação (DC) e a percepção do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA)

O cruzamento da variável dificuldade de comunicação (DC) com a percepção do trabalhador em relação ao ruído ambiental (RA), tem seus resultados tabulados na tabela 4.31.

Tabela 4.31 – Frequências observadas entre o sintoma dificuldade de comunicação (DC) e a percepção do trabalhador em relação ao ruído ambiental (RA).

Dif. de Com.	Percepção do Ruído Ambiental		
	Não	Sim	Total
<b>Não</b>	58	92	150
<b>%</b>	86,6	76	
<b>Sim</b>	9	29	38
<b>%</b>	13,4	24	
<b>Total</b>	67	121	188

Da amostragem, 35,6% (67) dos trabalhadores não possuem uma percepção positiva quanto ao ruído existente no ambiente de trabalho, enquanto 64,4% (121) manifestam esta percepção. Em relação ao sintoma, 13,4% dos trabalhadores que declaram não possuir uma percepção positiva com respeito ao ruído ambiental, manifestam problemas de dificuldade de comunicação. Daqueles que fazem declarações positivas quanto à percepção, 24% (29) manifestam problemas de dificuldade de comunicação no ambiente de trabalho. A representatividade em termos de frequência é alta, satisfazendo, portanto, as exigências do teste. Os resultados do teste qui-quadrado ( $\chi^2=2,96$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,08$ ) não indicam a existência de diferença estatisticamente significativa, não havendo, portanto, associação entre as variáveis ao nível de significância de 0,05.

#### 4.3.5. Comparação Entre o Sintoma Incômodo por Ruído (IPR) e as Medidas dos Níveis de Ruído Efetuadas no Ambiente e Postos de Trabalho

A comparação do incômodo por ruído (IPR), percebido pelo trabalhador, em relação ao ruído de fundo (DB0) existente no ambiente industrial é mostrada na tabela 4.32. A variável incômodo por ruído foi classificada em três categorias com faixas de ruído até 85, entre (>85-90) e acima de 90dB(A), por considerar a variedade de setores no interior da planta industrial.

Tabela 4.32 – Frequências observadas entre a variável incômodo por ruído (IPR) e os níveis de ruído de fundo (DB0), existentes no ambiente de trabalho, em dB(A).

Incômodo	Ruído Ambiental em dB(A)			Total
	NPS≤85	(85<NPS≤90)	NPS>90	
<b>Não</b>	69	4	34	107
<b>%</b>	78,4	21	42	
<b>Sim</b>	19	16	47	81
<b>%</b>	21,6	79	58	
<b>Total</b>	88	19	81	188

Oitenta e oito trabalhadores (46,8%), executam atividades em áreas onde os níveis de ruído de fundo são menores ou iguais a 85dB(A), com maioria 78,4% (69), em setores do tipo administrativo. Os demais se encontram submetidos a níveis de ruído dentro das faixas entre (85<NPS≤90) e acima de 90dB(A), num percentual cumulativo de 53,2% (100). Em termos do incômodo, observa-se que 21,6% (19) com funções em áreas de níveis ≤85dB(A) declaram sentir-se incomodados devido a presença do ruído. A maioria dos incomodados 79% (15),

exerce tarefas em áreas cujos níveis de ruído situam-se na faixa entre ( $85 < \text{NPS} \leq 90$ ) dB(A), enquanto os demais 58% (47), desempenham atividades em áreas com níveis de ruído acima de 90 dB(A). A alta representatividade em termos de frequência entre as variáveis foi verificada, sendo, portanto, factível a aplicação da estatística de teste. Os resultados da aplicação do teste qui-quadrado ( $\chi^2=33,9$ ;  $gl=2$ ;  $p=0,00001$ ) mostram uma associação estatisticamente significativa entre as variáveis.

Ao se verificar o cruzamento entre as variáveis em questão, levando em consideração as recomendações legais quanto à salubridade, agrupou-se em duas o número de categorias como mostrado na tabela 4.33.

Tabela 4.33 – Frequências observadas entre o incômodo por ruído (IPR) e o nível de ruído ambiental (DB1) medido em dB(A) no ambiente de trabalho.

Incômodo	Ruído Ambiental em dB(A)		
	$\leq 85$	$> 85$	Total
<b>Não</b>	69	38	107
<b>%</b>	78,4	38	
<b>Sim</b>	19	62	81
<b>%</b>	22	62	
<b>Total</b>	88	100	188

Tem-se nesta tabulação uma visão da situação dos trabalhadores avaliados com respeito à condição de salubridade. Nota-se que a maioria dos trabalhadores desempenha suas atividades laborais em áreas consideradas insalubres. Em relação à variável incômodo por ruído (IPR), observa-se que 22% (19) trabalhadores manifestam percepção positiva em relação ao problema mesmo trabalhando em áreas com níveis considerados salubres, enquanto 62% (62) daqueles em áreas consideradas insalubres, declaram sentir-se incomodados pelo ruído. Com alta representatividade em termos de frequência entre as variáveis, aplicação do teste qui-quadrado ( $\chi^2=31,2$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,000002$ ) mostra a existência de uma associação robusta estatisticamente significativa entre as variáveis, ao nível de significância estipulado.

As comparações entre o incômodo por ruído (IPR) em relação às medidas de ruído efetuadas a altura dos ouvidos direito (MD1) e esquerdo (ME1) são mostradas nas tabelas 4.34 e 4.35. Dentro da classificação das medidas dos níveis de ruído, foram atribuídas cinco categorias.

Observa-se nas categorias de níveis de ruído, que aquelas com maior incidência de altos níveis estão contidas nas faixas entre ( $90 < \text{NPS} \leq 95$ ), ( $95 < \text{NPS} \leq 100$ ) e acima de 100dB(A), respectivamente. Em destaque encontra-se a categoria de nível de ruído entre ( $90 < \text{NPS} \leq 95$ )

côm maior densidade, isto é, 39,4%(39). Em relação ao sintoma incômodo, constata-se que 60,6%(60) da amostra geral declaram sentir-se incomodada pela exposição. Dentre estes, a manifestação maior se apresenta dentro da faixa anteriormente destacada, com 43,3%(26). Dos trabalhadores, cujas medidas dos níveis de ruído foram  $\leq 85$ dB(A), todos se demonstraram incomodados pelo ruído. A representatividade das variáveis em termos de frequência é baixa, de modo que a associação entre estas é fraca.

Tabela 4.34 – Frequências observadas entre o incômodo por ruído (IPR) manifestado pelo trabalhador e os níveis de ruído em dB(A), nas proximidades do ouvido direito (MD1) do trabalhador no posto de trabalho.

Incômodo	Medidas no Ouvido Direito em dB(A)					Total
	NPS $\leq$ 85	(85<NPS $\leq$ 90)	(90<NPS $\leq$ 95)	(95<NPS $\leq$ 100)	NPS>100	
<b>Não</b>	0	3	13	15	8	39
<b>%</b>	0	37,5	33	62,5	33	
<b>Sim</b>	4	5	26	9	16	60
<b>%</b>	100	62,5	66,7	37,5	66,7	
<b>Total</b>	4	8	39	24	24	99

Tabela 4.35 – Frequências observadas entre o incômodo por ruído (IPR) manifestado pelo trabalhador e os níveis de ruído em dB(A) nas proximidades do ouvido esquerdo (ME1) do trabalhador no posto de trabalho.

Incômodo	Medidas no Ouvido Esquerdo em dB(A)					Total
	NPS $\leq$ 85	(85<NPS $\leq$ 90)	(90<NPS $\leq$ 95)	(95<NPS $\leq$ 100)	NPS>100	
<b>Não</b>	0	1	15	12	11	39
<b>%</b>	0	12,5	39,5	54,5	40,7	
<b>Sim</b>	4	7	23	10	16	60
<b>%</b>	100	87,5	60,5	45,5	59,3	
<b>Total</b>	4	8	38	22	27	99

Nas categorias de níveis de ruído, observa-se que aquelas com maior incidências de altos níveis de ruído estão contidas, também, nas faixas entre (90<NPS $\leq$ 95), (95<NPS $\leq$ 100) e acima de 100dB(A). Destacando-se, também, a categoria entre (90<NPS $\leq$ 95) com uma concentração de 38,4% (38). Relativamente ao sintoma, observa-se que da amostra geral, 60,6%(60) declaram sentir-se incomodados pela exposição no ouvido esquerdo. Dentre estes, a concentração maior se apresenta dentro da faixa anteriormente destacada, com 38,3% (23). Isto demonstra haver uma predominância dessa faixa de ruído em certos postos de trabalho.

Dos trabalhadores dentro da faixa de ruído  $\leq 85$  dB(A), todos manifestam-se incomodados pelo ruído. A representatividade em termos de frequência entre as variáveis é baixa, comprometendo, portanto, a aplicação do teste estatístico ( $\chi^2$ ).

As comparações estatísticas entre o sintoma incômodo por ruído (IPR) e as medidas dos níveis de ruído próximas ao ouvido direito (MD12) e esquerdo (ME12), levando em consideração as recomendações da legislação quanto à salubridade, são mostradas na tabela 4.36. Para tanto agrupou-se com anteriormente, em duas o número de categorias das medidas de níveis de ruído, ou seja,  $\leq 85$  e  $> 85$  dB(A).

Tabela 4.36 – Frequências observadas entre o incômodo por ruído (IPR) manifestado pelo trabalhador, em relação aos níveis de ruído em dB(A), efetuadas nas proximidades dos ouvidos direito (MD12) e esquerdo (ME12), no posto de trabalho.

Incômodo	Ouvido Direito		Ouvido Esquerdo		Total
	$\leq 85$	$> 85$	$\leq 85$	$> 85$	
<b>Não</b>	0	39	0	39	39
<b>%</b>	0	41	0	41	
<b>Sim</b>	4	56	4	56	60
<b>%</b>	100	59	100	59	
<b>Total</b>	4	95	4	95	99

Nota-se que a frequência de respostas é exatamente a mesma. Estes resultados mostram que ambos os ouvidos encontram-se submetidos aos mesmos níveis de imissão sonora no ambiente laboral. Com relação ao incômodo gerado pelo ruído, nota-se que nas duas situações os trabalhadores, cujas medidas dos níveis de ruído são  $\leq 85$  dB(A), declaram-se incomodados pelo ruído, enquanto aqueles, onde as medidas estão acima de 85 dB(A), 59%(56) manifestam o problema de incômodo. Em termos de amostra geral, a maioria dos trabalhadores 96,0%(95) declara que são incomodados pelo ruído. A representatividade em termos de frequências, para ambos os casos não permite a aplicação da estatística de teste, por não satisfazer às exigências deste.

#### 4.3.5.1. Comparação entre o sintoma incômodo por ruído (IPR) e a percepção do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA)

O cruzamento da variável incômodo por ruído (IPR) com a percepção do trabalhador em relação ao ruído ambiental (RA), tem seus resultados tabulados na tabela 4.37.

Em termos de amostra, 35,6%(67) dos trabalhadores não tem uma percepção positiva quanto ao ruído existente no ambiente de trabalho, enquanto 64,4% (121) sim. Com referência ao sintoma em pauta, 16,4% (11) dos que declaram não possuir uma percepção positiva com respeito ao ruído ambiental, manifestam, todavia, problemas de incômodo por ruído. Dos que fazem declaração positiva com respeito à percepção ao ruído ambiental, 57,8%(70) manifestam problemas de incômodo por ruído no ambiente laboral.

Tabela 4.37 – Frequências observadas entre o incômodo por ruído (IPR) e a percepção do trabalhador com respeito ao ruído no ambiente de trabalho (RA).

Incômodo	Percepção do Ruído Ambiental		
	Não	Sim	Total
<b>Não</b>	56	51	107
<b>%</b>	84	42	
<b>Sim</b>	11	70	81
<b>%</b>	16,4	57,8	
<b>Total</b>	67	121	188

Verificou-se haver alta representatividade em termos de frequência entre as variáveis, assim, a aplicação do teste qui-quadrado ( $\chi^2=30,19$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,000003$ ) forneceu resultados com diferenças estatisticamente significantes, indicando uma forte associação entre as variáveis.

#### 4.3.6. Comparação Entre o Sintoma Fadiga Mental (FM) e as Medidas dos Níveis de Ruído Efetuadas no Ambiente e Postos de Trabalho

As comparações da variável fadiga mental (FM) em relação aos níveis de ruído de fundo em dB(A), medidos nos setores da planta industrial, são mostradas nas tabelas 4.38 e 4.39. A variável ruído de fundo (DB0) foi classificada em três categorias com faixas de ruído até 85dB(A), entre (>85-90) e acima de 90dB(A).

Observa-se da amostra participante, 46,8%(88) dos trabalhadores desempenham atividades em áreas com níveis de ruído de fundo até 85dB(A), onde a maioria está lotada em setores do tipo administrativo. Nos setores cujos níveis de ruído de fundo estão acima de 90dB(A) nota-se alta densidade de trabalhadores com 43,1%(81), enquanto nos setores com níveis entre (85<NPS≤90)dB(A) são registradas as menores taxas com 10,1%(19). As duas



últimas categorias representam os setores operacionais onde os níveis de ruído são mais elevados.

Tabela 4.38 – Frequências observadas entre o sintoma fadiga mental (FM) e o nível de ruído de fundo (DB0), em dB(A), nos setores da planta industrial.

Fadiga Mental	Ruído Ambiental em dB(A)			Total
	≤85	(>85-90)	>90	
Não	47	8	37	92
%	53,4	42	45,7	
Sim	41	11	44	96
%	46,6	57,8	54,3	
Total	88	19	81	188

Quanto ao sintoma de fadiga mental, nota-se que 46,6%(41) trabalhadores manifestam tal problema, mesmo desempenhando atividades em setores com níveis de ruído dentro dos limites propostos pela legislação. A maioria dos trabalhadores, que manifesta problemas de fadiga mental, 54,3%(44), encontra-se trabalhando em áreas com níveis de ruído acima de 90dB(A), enquanto os demais 57,8%(11), em áreas com níveis entre (85<NPS≤90)dB(A). A representatividade, em termos de frequência entre as variáveis em questão, é satisfeita pelas condições de exigências do teste. Os resultados do teste qui-quadrado ( $\chi^2=1,4$ ;  $gl=2$ ;  $p=0,49$ ), mostram que não existe associação estatisticamente significativa ao nível de significância estabelecido no estudo.

Ao se verificar a análise estatística entre as variáveis em questão, levando em consideração o aspecto salubridade, agruparam-se as categorias de níveis de ruído de fundo (DB1) nas faixas de níveis até 85dB(A) e acima de 85dB(A).

Nesta tabulação, mostra-se a situação dos trabalhadores avaliados com respeito à condição de salubridade.

Na amostragem, observa-se que o maior número de trabalhadores desempenha suas funções em ambientes com níveis de ruído de fundo acima de 85dB(A), os quais representam os indivíduos lotados nos setores operacionais. Em termos do sintoma, observa-se que 46,6%(41) dos trabalhadores submetidos a níveis de ruído de fundo ≤85dB(A) declaram sentir o problema, e 55%(55) daqueles trabalhando em ambientes com níveis de ruído de fundo acima de 85dB(A), manifestam-na, também. Nesta situação, nota-se claramente a dicotomia existente entre as categorias dos níveis de ruído consideradas. A representatividade em termos de frequência entre as variáveis é alta, todavia, os resultados do teste qui-quadrado ( $\chi^2=1,32$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,25$ ) mostram não haver associação estatisticamente significativa.

Tabela 4.39 – Frequências observadas entre o sintoma fadiga mental (FM) e os níveis de ruído de fundo (DB1), em dB(A), existentes no ambiente de trabalho.

Fadiga Mental	Ruído Ambiental em dB(A)		
	≤85	>85	Total
Não	47	45	92
%	53,4	45	
Sim	41	55	96
%	46,6	55	
<b>Total</b>	<b>88</b>	<b>100</b>	<b>188</b>

A comparação entre o sintoma fadiga mental (FM) e as medidas dos níveis de ruído efetuadas nos ouvidos direito (MD1) e esquerdo (ME1) do trabalhador são mostradas nas tabelas 4.40 e 4.41.

Foram cinco as categorias atribuídas às medidas dos níveis de ruído. A primeira categoria, mostra a existência de pequeno número de trabalhadores 4,0% (4), com o ouvido direito submetido a níveis de ruído considerados salubres. As demais categorias estão dispostas em faixas cujos níveis de ruído são consideradas insalubres para jornadas estabelecida.

Tabela 4.40 – Frequências observadas entre o sintoma fadiga mental (FM) e os níveis de ruído em dB(A), a altura do ouvido direito (MD1) do trabalhador no posto de trabalho.

Fadiga Mental	Medidas no Ouvido Direito em dB(A)					Total
	NPS≤85	(85<NPS≤90)	(90<NPS≤95)	(95<NPS≤100)	NPS>100	
Não	1	3	20	11	10	45
%	25	37,5	51,3	45,8	41,7	
Sim	3	5	19	13	14	54
%	75	62,5	48,7	54,2	58,3	
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>39</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>99</b>

As categorias de níveis de ruído com maiores taxa de incidência, em relação a amostra geral, estão contidas nas faixas entre (90<NPS≤95), (95<NPS≤100) e acima de 100dB(A). Deve ser dado um destaque dentro da categoria entre (90<NPS≤95)dB(A) por apresentar um percentual maior de 39,4%(39) de expostos.

Em relação à percepção do sintoma relatada pelo trabalhador, vê-se que nos setores considerados salubres, 75%(3) dos trabalhadores manifestam o problema. Nos setores com níveis acima de 85 dB(A) a faixa de maior incidência é aquela de setores operacionais com

níveis entre ( $90 < \text{NPS} \leq 95$ ) dB(A) com 48,7% (19). A representatividade entre as variáveis, em termos de frequência, é baixa, com associação estatisticamente insignificante.

Tabela 4.41 – Frequências observadas entre o sintoma fadiga mental (FM) e os níveis de ruído em dB(A), a altura do ouvido esquerdo (ME1) do trabalhador no posto de trabalho.

Fadiga Mental	Medidas no Ouvido Esquerdo em dB(A)					Total
	$\text{NPS} \leq 85$	$(85 < \text{NPS} \leq 90)$	$(90 < \text{NPS} \leq 95)$	$(95 < \text{NPS} \leq 100)$	$\text{NPS} > 100$	
<b>Não</b>	1	5	16	13	10	45
<b>%</b>	25	62,5	42,1	59	37	
<b>Sim</b>	3	3	22	9	17	54
<b>%</b>	75	37,5	57,9	40,9	63	
<b>Total</b>	4	8	38	22	27	99

A incidência do ruído no ouvido esquerdo nos setores com níveis  $\leq 85$ dB(A), é semelhante àquela no ouvido direito, indicando que ambos estão submetidos, simultaneamente, aos mesmos níveis de imissão sonora, enquanto nas demais categorias, existem pequenas diferenças entre o número de trabalhadores submetidos.

Na amostra geral, observa-se que a incidência maior de exposição continua sendo nos setores operacionais na faixa de ruído entre ( $90 < \text{NPS} \leq 95$ )dB(A) com 38,4%(38) de trabalhadores expostos. Em relação ao sintoma fadiga mental, não existe nenhuma variação em comparação ao resultado obtido para as medidas efetuadas no ouvido direito. Para as demais categorias, houve variação no número de incidências, com percentuais de 37,5%(3); 57,9%(22); 40,9%(9), e 63%(17), respectivamente. Nota-se que as maiores manifestações de fadiga mental estão relacionadas aos trabalhadores que desempenham atividades em setores cujas medidas dos níveis de ruído encontram-se nas faixas entre ( $90 < \text{NPS} \leq 95$ ) e acima de 100 dB(A) que caracterizam os setores mais ruidosos da planta industrial. Como a representatividade em termos de frequência é baixa, uma associação estatisticamente significativa entre as variáveis fica comprometida ao nível de significância estabelecido.

As comparações estatísticas entre o sintoma fadiga mental (FM) e as medidas efetuadas a altura dos ouvidos direito (MD12) e esquerdo (ME12) do trabalhador, no posto de trabalho, são mostradas na tabela 4.42 com duas categorias das medidas.

Estes resultados indicam que os ouvidos dos trabalhadores encontram-se submetidos aos mesmos níveis de pressão sonora existentes no ambiente de trabalho.

Tabela 4.42 – Frequências observadas entre o sintoma fadiga mental (FM) e os níveis de ruído em dB(A), a altura dos ouvidos direito (MD12) e esquerdo (ME12) do trabalhador no posto de trabalho.

Fadiga Mental	Ouvido Direito		Ouvido Esquerdo		Total
	≤85	>85	≤85	>85	
<b>Não</b>	1	44	1	44	45
<b>%</b>	25	46,3	25	46,3	
<b>Sim</b>	3	51	3	51	54
<b>%</b>	75	53,7	75	53,7	
<b>Total</b>	4	95	4	95	99

Percebe-se que apenas 4,0%(4) dos trabalhadores dos setores operacionais, desenvolvem atividades submetidos a níveis de ruído dentro dos padrões estabelecidos pela legislação. A maioria, 96,0%(95), executa atividades em setores operacionais com níveis acima daqueles estabelecidos legalmente. Em relação ao sintoma, observa-se que em ambas as situações, 75%(3) dos trabalhadores que estão expostos a níveis considerados salutar, declaram sentir tal problema. Dos que desempenham atividades submetidos a níveis acima de 85dB(A), 53,7%(51) manifestam o problema de fadiga mental. Não houve, portanto, variação do número de trabalhadores submetidos aos níveis de pressão sonora, o que indica que o campo acústico em volta do posto de trabalho é constante.

Por ser baixa a representatividade, em termos de frequência, para ambos os casos, não foi possível a aplicação da estatística de teste.

#### 4.3.6.1. Comparação entre o sintoma fadiga mental (FM) e a percepção do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA)

O cruzamento da variável fadiga mental (FM) com a percepção do trabalhador em relação ao ruído ambiental (RA) existente na planta industrial tem seus resultados tabulados na Tabela 4.43.

Sessenta e sete (35,6%) dos trabalhadores avaliados, dizem não possuir percepção positiva quanto ao ruído ambiental existente no ambiente ocupacional, enquanto 64,4%(121) declaram que sim. Quanto ao sintoma fadiga mental, 40,3%(27) dos que declaram não ter percepção quanto ao ruído ambiental, manifestam, contudo, o problema no ambiente de trabalho. Já entre aqueles que se declaram perceptíveis quanto ao ruído ambiental, 57%(69), também, manifestam o sintoma. Em termos de frequência verificou-se a existência de alta

representatividade entre as variáveis, de modo que os resultados do teste qui-quadrado ( $\chi^2=4,83$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,028$ ) mostram existir diferenças estatisticamente significativas.

Tabela 4.43 – Frequências observadas entre o sintoma fadiga mental (FM) e a percepção do trabalhador (RA), quanto ao ruído existente no ambiente de trabalho.

Fadiga Mental	Percepção do Ruído Ambiental		
	Não	Sim	Total
Não	40	52	92
%	59,7	43	
Sim	27	69	96
%	40,3	57	
Total	67	121	188

#### 4.3.7. Comparação Entre o Sintoma Fadiga Física (FF) e as Medidas dos Níveis de Ruído Efetuadas no Ambiente e Postos de Trabalho

A comparação do sintoma fadiga física (FF) e as medidas de ruído ambiental (DB0), existentes na planta industrial, é mostrada na tabela 4.44.

Verifica-se em relação a amostra participante, que 46,8%(88) dos trabalhadores desempenham atividades em ambientes com níveis de ruído abaixo ou igual a 85dB(A), enquanto nas demais categorias as taxas são de 10,1%(19) e 43,1%(81), respectivamente. Maior concentração de trabalhadores é vista, nos setores com níveis de ruído acima de 90dB(A), que são mais ruidosos. Em relação ao sintoma fadiga física, 47,7%(42) dos trabalhadores em setores com níveis de ruído  $\leq 85$ dB(A) declaram sentir o problema. Todavia, a incidência maior, destaca-se nos ambientes com níveis superiores a 90dB(A) com taxa de 75,3%(61). Os resultados do teste qui-quadrado ( $\chi^2=14,83$ ;  $gl=2$ ;  $p=0,0006$ ) demonstram uma associação estatisticamente significativa entre as variáveis.

Tabela 4.44 – Frequências observadas entre o sintoma fadiga física (FF) e o ruído de fundo (DB0) em dB(A), existente no ambiente de trabalho.

Fadiga Física	Ruído Ambiental em dB(A)			Total
	$\leq 85$	(>85-90)	>90	
Não	46	5	20	71
%	52,3	26,3	24,7	
Sim	42	14	61	117
%	47,7	73,7	75,3	
Total	88	19	81	188

O cruzamento entre estas mesmas variáveis, levando em consideração as recomendações da norma, foram verificados agrupando-se em duas o número de categorias dos níveis de ruído, já anteriormente estabelecidas.

A Tabela 4.45 mostra os resultados do cruzamento entre o sintoma fadiga física (FF) e o nível de ruído ambiental (DB1) existente no ambiente de trabalho.

Tabela 4.45 – Frequências observadas entre o sintoma fadiga física (FF) e o nível de ruído ambiental (DB1) em dB(A), no ambiente de trabalho.

Fadiga Física	Ruído Ambiental dB(A) ( $\chi^2=14,81$ , $gl=1$ , $p=0,00012$ )		
	≤85	>85	Total
Não	46	25	71
%	52,3	25	
Sim	42	75	117
%	47,7	75	
Total	88	100	188

Na visão amostral, a diferença em relação à análise anterior, se torna significativa apenas, em termos da segunda categoria, onde o número de trabalhadores 53,2%(100), que desempenha tarefas em setores com níveis de ruído de fundo acima de 85dB(A), é superior ao daqueles lotados nos setores do tipo administrativo, cujos níveis são considerados salutar. Em termos sintomáticos da fadiga física, 75%(75) dos trabalhadores lotados em setores operacionais, declaram sentir o problema, enquanto 47,7%(42), embora trabalhando num ambiente considerado salutar, ainda assim, manifestam o problema. Foi observada alta representatividade em termos de frequência. Aplicando-se, pois, o teste qui-quadrado, os resultados ( $\chi^2=14,81$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,00012$ ) demonstram existir diferença estatisticamente significativa entre as variáveis.

Tabela 4.46 – Frequências observadas entre o sintoma fadiga física (FF) e os níveis de ruído de fundo em dB(A), efetuadas nas proximidades do ouvido direito (MD1) do trabalhador, no posto de trabalho.

Fadiga Física	Medidas no Ouvido Direito em dB(A)					Total
	NPS≤85	(85<NPS≤90)	(90<NPS≤95)	(95<NPS≤100)	NPS>100	
Não	1	1	10	11	3	26
%	25	12,5	25,6	45,8	12,5	
Sim	3	7	29	13	21	73
%	75	87,5	74,4	54,2	87,5	
Total	4	8	39	24	24	99

Analisando o mesmo sintoma em relação às medidas dos níveis de ruído medidos em dB(A) a altura dos ouvidos direito (MD1) e esquerdo (ME1) do trabalhador, as respostas estão tabuladas nas tabelas 4.46 e 4.47.

Tabela 4.47 – Frequências observadas entre o sintoma fadiga física (FF) e os níveis de ruído de fundo em dB(A), nas proximidades do ouvido esquerdo (ME1) do trabalhador, no posto de trabalho.

Fadiga Física	Medidas no Ouvido Esquerdo em dB(A)					Total
	NPS $\leq$ 85	(85<NPS $\leq$ 90)	(90<NPS $\leq$ 95)	(95<NPS $\leq$ 100)	NPS>100	
Não	1	2	8	9	6	26
%	25	25	21	41	22	
Sim	3	6	30	13	21	73
%	75	75	78,9	59	77,8	
Total	4	8	38	22	27	99

As taxas de variações mais acentuadas situam-se nas faixas de níveis de ruído mais elevados, ou seja, dentro dos setores operacionais. Em ambos os casos, nenhuma variação foi registrada nos limites da primeira categoria, onde apenas 4,0%(4) dos trabalhadores encontram-se submetidos a níveis  $\leq$ 85dB(A). Com relação à segunda categoria de níveis de ruído, houve uma pequena variação na taxa de exposição, todavia, o número total de trabalhadores expostos continuou o mesmo para ambas as situações. A maior incidência de variação, foi registrada entre as três últimas categorias, sendo o ouvido direito com 39,4%(39), 24,2%(24), e 24,2%(24) nas categorias de níveis de ruído nas faixas (90<NPS $\leq$ 95), (95<NPS $\leq$ 100) e >100dB(A), respectivamente; e o ouvido esquerdo com 38,4%(38), 22,2%(22) e 27,3%(27), para as mesmas categorias de níveis de ruído. Analisando em termos de sintoma, nota-se, também, uma pequena variação nas duas primeiras categorias. As variações maiores estão nas demais faixas de níveis de ruído onde ambos sofrem os maiores impactos.

Para o trabalhador, cujo ouvido direito está exposto a níveis de ruído na faixa entre (90<NPS $\leq$ 95)dB(A) 74,4%(29) declaram sentir problemas de fadiga física no espaço laboral, enquanto o número daqueles que manifestam o tal problema, e cujos ouvidos estão submetidos na faixa entre (95<NPS $\leq$ 100) e acima de 100 dB(A), são respectivamente, 54,2%(13) e 87,5%(21). A representatividade em termos de frequência é baixa, de modo que a associação entre as variáveis é estatisticamente insignificante com a aplicação do teste  $\chi^2$ .

O cruzamento entre esta mesma variável, levando em consideração as recomendações legais, e às medidas de níveis de ruído efetuadas próximas aos ouvidos direito (MD12) e

esquerdo (ME12) do trabalhador no desempenho de tarefas no posto de trabalho é indicado na tabela 4.48.

Tabela 4.48 – Frequências observadas entre o sintoma fadiga física (FF) e os níveis de ruído em dB(A), nas proximidades dos ouvidos direito (MD12) e esquerdo (ME12) do trabalhador, no posto de trabalho.

Fadiga Física	Ouvido Direito		Ouvido Esquerdo		Total
	≤85	>85	≤85	>85	
Não	1	25	1	25	26
%	25	26	25	26	
Sim	3	70	3	70	73
%	75	73,7	75	73,7	
Total	4	95	4	95	99

Nota-se pela tabela que as frequências das respostas, tanto para as medidas de níveis de ruído, quanto para as manifestações do sintoma, são exatamente as mesmas. Observam-se, portanto, percentuais de 4,0%(4) e 96,0%(95) para ambos os ouvidos de trabalhadores expostos a níveis considerados dentro dos limites estabelecidos pela legislação e acima destes, respectivamente. Já para o sintoma de fadiga física, os percentuais, respectivos, são de 75%(3) e 73,7%(70). Estes resultados mostram que ambos os trabalhadores encontram-se submetidos aos mesmos níveis de imissão sonora. Grande número de trabalhadores está, portanto, exposto a níveis considerados fora dos limites estabelecidos para ambientes salubres. É baixa a representatividade em termos de frequência, tal que uma associação estatisticamente significativa fica comprometida em relação ao nível de significância considerado no estudo.

#### 4.3.7.1. Comparação entre o sintoma fadiga física (FF) e a percepção do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA)

O cruzamento da variável fadiga física (FF) com a percepção do trabalhador em relação ao ruído ambiental (RA), existente no interior da planta industrial tem seus resultados mostrados na tabela 4.49.

As respostas quanto a percepção expressa pelo trabalhador em relação ao ruído ambiental (RA), observadas em forma de amostra geral, 35,6%(67) dão declarações negativas, entretanto, nota-se que 64,4%(121), ou seja, a maioria está aperceptível ao problema. Em relação ao sintoma, 47,8%(32) dos indivíduos não aperceptíveis declaram sentir o problema no ambiente de trabalho, enquanto 70,3%(85) daqueles com percepção positiva manifestam,



também, o sintoma. Os resultados mostram a existência de alta representatividade em termos de frequências, satisfazendo, assim, as exigências para a aplicação da estatística de teste qui-quadrado, ( $\chi^2=9,28$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,002$ ), cujos resultados demonstram diferenças estatisticamente significantes entre as variáveis.

Tabela 4.49 – Frequências observadas entre o sintoma fadiga física (FF) e a percepção do trabalhador (RA) ao ruído ambiental.

Fadiga Física	Percepção do Ruído Ambiental		
	Não	Sim	Total
Não	35	36	71
%	52,2	29,7	
Sim	32	85	117
%	47,8	70,3	
Total	67	121	188

#### 4.3.8. Comparação Entre o Sintoma Ansiedade (AS) e as Medidas dos Níveis de Ruído Efetuadas no Ambiente e Postos de Trabalho

As frequências observadas, resultantes da comparação entre a variável ansiedade (AS) manifestada pelo trabalhador em relação ao ruído de fundo (DB0) estão tabuladas na tabela 4.50.

Tabela 4.50 – Frequências observadas entre o sintoma ansiedade (AS) manifestada pelo trabalhador e o ruído ambiental (DB0) em dB(A), no ambiente de trabalho.

Ansiedade	Ruído Ambiental em dB(A)			Total
	$\leq 85$	(>85-90)	>90	
Não	44	9	27	80
%	50	47,4	33	
Sim	44	10	54	108
%	50	52,6	66,7	
Total	88	19	81	188

Do cômputo geral de amostra, 46,8%(88) dos trabalhadores desempenham atividades em ambientes com níveis de ruído abaixo ou igual a 85dB(A), enquanto nas demais categorias as taxas são de 10,1%(19) e 43,1%(81), respectivamente. A maioria dos trabalhadores da primeira categoria está lotada em setores do tipo administrativo, enquanto para as categorias posteriores, todos os indivíduos estão lotados em setores do tipo operacional. Observa-se uma

densidade maior de trabalhadores nos setores com níveis acima de 90dB(A). Em relação ao sintoma, 50%(44) dos trabalhadores em setores com níveis de ruído  $\leq 85$ dB(A) declaram sentir o problema, mas, a concentração maior, destaca-se nos ambientes cujos níveis estão acima de 90dB(A). Em termos de frequência, a representatividade é satisfeita para as exigências do teste, entretanto os resultados ( $\chi^2=4,99$ ;  $gl=2$ ;  $p=0,082$ ) demonstram não haver associação estatisticamente significativa entre as variáveis.

O cruzamento levando em consideração as recomendações normais em termos de salubridade, foi feito, agrupando-se em duas o número de categorias dos níveis de ruído. A tabela 4.51 mostra os resultados do cruzamento entre o sintoma ansiedade (AS) e o nível de ruído de fundo (DB1), considerando apenas as duas categorias antes especificadas.

Relativamente à análise geral, a diferença se torna significativa, apenas, em termos da segunda categoria, onde o número de trabalhadores 53,2%(100) é superior ao daqueles lotados nos setores administrativos, cujos níveis são considerados salutaros. Em termos do sintoma, 64%(64) dos trabalhadores em setores operacionais declaram sentir o problema. A existência de alta representatividade, em termos de frequência, foi comprovada, deste modo, os resultados do teste qui-quadrado ( $\chi^2=3,75$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,05032$ ) mostram que existe associação estatisticamente significante entre as variáveis.

Tabela 4.51 – Frequências observadas entre o sintoma ansiedade (AS) e o ruído ambiental (DB1) em dB(A), no ambiente de trabalho.

Ansiedade	Ruído Ambiental em dB(A)		
	$\leq 85$	$> 85$	Total
<b>Não</b>	44	36	80
<b>%</b>	50	36	
<b>Sim</b>	44	64	108
<b>%</b>	50	64	
<b>Total</b>	88	100	188

Os cruzamentos da variável ansiedade (AS) manifestada no ambiente de trabalho com as medidas de níveis de ruído efetuadas a altura dos ouvidos direito e esquerdo do trabalhador, no posto de trabalho, são tabulados nas tabelas 4.52 e 4.53.

As medidas dos níveis de ruído agrupadas em cinco categorias foram efetuadas somente para trabalhadores em setores do tipo operacional, pois é onde existe a maior concentração de fontes sonoras com emissão de altos níveis sobre o pavilhão auditivo.

Tabela 4.52 – Frequências observadas entre o sintoma ansiedade (AS) e os níveis de ruído em dB(A), nas proximidades do ouvido direito (MD1) do trabalhador, no posto de trabalho.

Ansiedade	Medidas no Ouvido Direito em dB(A)					Total
	NPS≤85	(85<NPS≤90)	(90<NPS≤95)	(95<NPS≤100)	NPS>100	
Não	2	4	13	8	10	37
%	50	50	33,3	33,3	41,7	
Sim	2	4	26	16	14	62
%	50	50	66,7	66,7	58,3	
Total	4	8	39	24	24	99

Tabela 4.53 – Frequências observadas entre o sintoma ansiedade (AS) e os níveis de ruído em dB(A), nas proximidades do ouvido esquerdo (ME1) do trabalhador, no posto de trabalho.

Ansiedade	Medidas no Ouvido Esquerdo em dB(A)					Total
	NPS≤85	(85<NPS≤90)	(90<NPS≤95)	(95<NPS≤100)	NPS>100	
Não	2	5	11	9	10	37
%	50	62,5	29	41	37	
Sim	2	3	27	13	17	62
%	50	37,5	71	59,1	63	
Total	4	8	38	22	27	99

Em referência a amostra, observa-se que as variações percentuais mais acentuadas, comparando-se ambas as tabelas, situam-se nas faixas mais elevadas de níveis de ruído, ou seja, dentro dos setores operacionais. Nenhuma variação foi registrada em termos de percentuais nos limites da primeira categoria. Nota-se que apenas 4,0%(4) trabalhadores de setores operacionais possuem ouvidos, submetidos a níveis ≤85dB(A). Com relação à segunda categoria de níveis de ruído, houve pequena variação nos percentuais de exposição, porém, o número de ouvido exposto, continuou o mesmo para ambas as situações. A maior incidência de variação foi registrada entre as três últimas categorias. No ouvido direito com 39,4%(39), 24,2%(24) e 24,2%(24) para as categorias de níveis de ruído nas faixas entre (90<NPS≤95), (95<NPS≤100) e acima de 100 dB(A), respectivamente. Para o ouvido esquerdo, os percentuais para as mesmas categorias foram, respectivamente, 38,4%(38), 22,2%(22) e 27,3%(27).

Analisando em termos de sintoma, nota-se, também, pequena variação dos percentuais nas duas primeiras categorias. As maiores variações estão nas demais onde os ouvidos sofrem os maiores impactos. Para os trabalhadores com ouvido direito exposto a níveis de ruído na faixa entre (90<NPS≤95), 66,7%(26) declaram sentir problemas de ansiedade no espaço

laboral, enquanto os números daqueles que manifestam o problema quando submetidos as faixas entre ( $95 < \text{NPS} \leq 100$ ) e acima de 100 dB(A), são respectivamente, 66,7%(16) e 58,3%(14). Analisando em relação ao ouvido esquerdo, considerando as mesmas faixas vistas para o ouvido direito, 71%(27) dos trabalhadores na faixa entre ( $90 < \text{NPS} \leq 95$ )dB(A) declaram sentir ansiedade no espaço laboral; enquanto nas faixas entre ( $95 < \text{NPS} \leq 100$ ) e  $>100$  dB(A), as taxas são, respectivamente, 59,1%(13) e 63%(17).

A representatividade em termos de frequência é baixa, para ambos os cruzamentos, de modo que as associações entre as variáveis são estatisticamente insignificantes.

Foi verificado o cruzamento entre as mesmas variáveis, levando em consideração os termos de salubridade do ambiente ocupacional. Para tanto, agrupou-se em duas categorias de níveis de ruído, semelhante aos casos anteriores. A tabela 4.54 mostra os resultados do cruzamento entre o sintoma ansiedade (AS) e as medidas dos níveis de ruído próximas aos ouvidos do trabalhador no desempenho de tarefas no posto de trabalho.

Tabela 4.54 – Frequências observadas entre o sintoma ansiedade (AS) e os níveis de ruído em dB(A), nas proximidades dos ouvidos direito (MD12) e esquerdo (ME12) do trabalhador, no posto de trabalho.

Ansiedade	Ouvido Direito		Ouvido Esquerdo		Total
	$\leq 85$	$> 85$	$\leq 85$	$> 85$	
<b>Não</b>	2	35	2	35	37
<b>%</b>	50	36,8	50	36,8	
<b>Sim</b>	2	60	2	60	62
<b>%</b>	50	63,2	50	63,2	
<b>Total</b>	4	95	4	95	99

Observam-se, portanto, percentuais de 4,0%(4) e 96,0%(95) para os ouvidos direito e esquerdo, dos trabalhadores expostos a níveis considerados dentro dos limites estabelecidos pela legislação e acima destes, respectivamente, enquanto para o sintoma de ansiedade, os percentuais respectivos são de 50%(2) e 63,2%(60). Estes resultados mostram que ambos os ouvidos encontram-se submetidos aos mesmos níveis de pressão sonora existentes no ambiente ocupacional em estudo. Grande número de trabalhadores está, portanto, exposto a níveis considerados fora dos limites estipulados para ambientes salubres. É baixa a representatividade em termos de frequência, tal que uma associação estatisticamente significativa ao nível de significância de 0,05 fica comprometida.

#### 4.3.8.1. Comparação entre o sintoma ansiedade (AS) e a percepção do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA)

A comparação da variável ansiedade (AS) com a percepção do trabalhador ao ruído ambiental (RA), existente na planta industrial, tem os resultados das frequências tabulados na tabela 4.55.

Tabela 4.55 – Frequências observadas entre o sintoma ansiedade (AS) e a percepção do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA) existente ambiente de trabalho.

Ansiedade	Percepção do Ruído Ambiental		
	Não	Sim	Total
Não	37	43	80
%	55,2	35,5	
Sim	30	78	108
%	44,8	64,5	
Total	67	121	188

Dos trabalhadores participantes da amostragem, 35,6%(67) não possuem uma percepção positiva quanto ao ruído ambiental no ambiente de trabalho. Entretanto, 64,4%(121) manifestam uma percepção positiva. Quanto ao sintoma ansiedade, 44,8%(30) dos trabalhadores que declaram não possuir uma percepção positiva com relação ao ruído ambiental, manifestam problemas de ansiedade, e daqueles que fazem declaração positiva, 64,5%(78) manifestam problemas de ansiedade. Em termos de frequência esperada, existe alta representatividade entre as variáveis e os resultados do teste qui-quadrado ( $\chi^2=6,84$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,009$ ) mostram diferenças estatisticamente significantes com associação entre as variáveis.

#### 4.3.9. Comparação Entre o Sintoma Irritação (IR) e as Medidas dos Níveis de Ruído Efetuadas no Ambiente e Postos de Trabalho

As comparações entre o sintoma irritação (IR) e as medidas dos níveis de ruído de fundo (DB0), existentes na planta industrial, são tabuladas na tabela 4.56.

Oitenta e oito trabalhadores (46,8%), na primeira categoria, desempenham suas atividades em ambientes com níveis de ruído menor ou igual a  $\leq 85$ dB(A), enquanto nas demais categorias os percentuais são de 10,1%(19) e 43,1%(81), respectivamente. A maioria dos trabalhadores da primeira categoria encontra-se lotada nos setores administrativos, e para

as faixas de ruído posteriores, todos são lotados em setores operacionais. Observa-se grande concentração de trabalhadores nos setores com níveis acima de 90dB(A). Em relação ao sintoma, 66%(58) dos que são lotados em setores com níveis de ruído até 85dB(A) declaram sentir o problema. Porém, a concentração maior, está naqueles ambientes cujos níveis estão acima de 90dB(A) com 79%(64). A representatividade em termos de frequência é satisfeita, mas, os resultados do teste qui-quadrado ( $\chi^2=3,64$ ;  $gl=2$ ;  $p=0,16$ ) demonstram não haver associação estatisticamente significativa entre as variáveis.

Tabela 4.56 – Frequências observadas entre o sintoma irritação (IR) e o ruído ambiental (DB0) em dB(A), no ambiente de trabalho.

Irritação	Ruído Ambiental em dB(A)			Total
	≤85	(>85-90)	>90	
<b>Não</b>	30	5	17	52
<b>%</b>	34,1	26,3	21	
<b>Sim</b>	58	14	64	136
<b>%</b>	66	73,6	79	
<b>Total</b>	88	19	81	188

O cruzamento entre as mesmas variáveis, levando em consideração as recomendações em termos de salubridade, tem os resultados tabulados na tabela 4.57.

Tabela 4.57 – Frequências observadas entre o sintoma irritação (IR) e o ruído de fundo (DB1) em dB(A) existente na planta industrial.

Irritação	Ruído de Fundo em dB(A)		Total
	≤85	>85	
<b>Não</b>	30	22	52
<b>%</b>	34,1	22	
<b>Sim</b>	58	78	136
<b>%</b>	66	78	
<b>Total</b>	88	100	188

Numa análise geral, 46,8% (88) dos participantes executam atividades laborais em ambientes com níveis de ruído até 85dB(A). Contudo, existe diferença significativa, em termos da segunda categoria, onde o número de trabalhadores 53,2%(100) é superior à categoria anterior, cujos níveis são considerados salutar. Em observação ao sintoma, 66%(58) em ambientes menos ruidosos, e 78%(78) em ambientes mais ruidosos declaram sentir o problema. Embora exista alta representatividade em termos de frequência, os

resultados do teste qui-quadrado ( $\chi^2=3,92$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,0461$ ) evidenciam que não existe associação estatisticamente significativa entre as variáveis.

A comparação entre a variável irritação e as medidas dos níveis de ruído efetuada a altura dos ouvidos direito (MD1) e esquerdo (ME1) do trabalhador no posto de trabalho são mostradas nas tabelas 4.58 e 4.59, sendo atribuídas cinco categorias para as medidas de nível de ruído.

Tabela 4.58 – Frequências observadas entre o sintoma irritação (IR) e os níveis de ruído em dB(A) nas proximidades do ouvido direito (MD1) do trabalhador, no posto de trabalho.

Irritação	Medidas no Ouvido Direito em dB(A)					Total
	NPS $\leq$ 85	(85<NPS $\leq$ 90)	(90<NPS $\leq$ 95)	(95<NPS $\leq$ 100)	NPS>100	
Não	2	3	8	6	4	23
%	50	37,5	20,5	25	16,7	
Sim	2	5	31	18	20	76
%	50	62,5	79,5	75	83,3	
Total	4	8	39	24	24	99

Tabela 4.59 – Frequências observadas entre o sintoma irritação (IR) e os níveis de ruído em dB(A) nas proximidades do ouvido esquerdo (ME1) do trabalhador, no posto de trabalho.

Irritação	Medidas no Ouvido Esquerdo em dB(A)					Total
	NPS $\leq$ 85	(85<NPS $\leq$ 90)	(90<NPS $\leq$ 95)	(95<NPS $\leq$ 100)	NPS>100	
Não	2	2	8	6	5	23
%	50	25	21	27,3	18,5	
Sim	2	6	30	16	22	76
%	50	75	79	72,7	81,5	
Total	4	8	38	22	27	99

Observa-se que as variações mais acentuadas em termos da amostragem, situam-se nas faixas de níveis de ruído mais elevadas. Nenhuma variação foi registrada em termos de taxas nos limites da primeira categoria. Nota-se que apenas 4,0%(4) trabalhadores de setores operacionais estão submetidos a níveis de ruído de até 85dB(A). Com relação à segunda categoria de níveis de ruído, houve pouca variação nas taxas de exposição, todavia, o número de trabalhadores expostos continuou o mesmo para ambas as situações. A maior incidência de variação dos percentuais foi registrada entre as três últimas categorias. No ouvido direito com 39,39%(39), 24,24%(24), e 24,24%(24) para as categorias de níveis de ruído nas faixas entre

( $90 < \text{NPS} \leq 95$ ), ( $95 < \text{NPS} \leq 100$ ) e acima de 100dB(A), respectivamente e para o ouvido esquerdo, foram, respectivamente, 38,4%(38), 22,2%(22) e 27,3%(27).

Analisando em termos de sintoma, nota-se, também, pequena variação dos percentuais nas duas primeiras categorias. As variações maiores estão nas demais faixas onde os ouvidos sofrem os maiores impactos. Para os trabalhadores cujo ouvido direito está exposto a níveis de ruído na faixa entre ( $90 < \text{NPS} \leq 95$ ), 79,5%(31) declaram sentir o problema, enquanto o número daqueles, cujos ouvidos estão submetidos a níveis de ruído nas faixas entre ( $95 < \text{NPS} \leq 100$ ) e acima de 100dB(A), são respectivamente, 75%(18) e 83,3%(20). Em relação ao ouvido esquerdo, considerando as mesmas faixas analisadas para o ouvido direito, 79%(30) dos trabalhadores na faixa entre ( $90 < \text{NPS} \leq 95$ ) declaram sentir ansiedade, enquanto nas faixas entre ( $95 < \text{NPS} \leq 100$ ) e acima de 100dB(A) são, respectivamente, 72,7%(16) e 81,5%(22). A representatividade em termos de frequência é baixa, para ambos os cruzamentos, de modo que as exigências da estatística de teste não são satisfeitas.

Verificou-se o cruzamento entre estas mesmas variáveis levando em consideração as recomendações legais, agrupando-se em duas categorias dos níveis de ruído. A tabela 4.60 mostra os resultados do cruzamento entre o sintoma irritação (IR) com as medidas de níveis de ruído efetuadas próximas aos ouvidos direito (MD12) e esquerdo (ME12) do trabalhador, no desempenho de suas tarefas no posto de trabalho.

Tabela 4.60 – Frequências observadas entre o sintoma irritação (IR) e os níveis de ruído nas proximidades dos ouvidos direito (MD12) e esquerdo (ME12) do trabalhador, no posto de trabalho.

Irritação	Ouvido Direito		Ouvido Esquerdo		Total
	$\leq 85$	$> 85$	$\leq 85$	$> 85$	
<b>Não</b>	2	21	2	21	23
<b>%</b>	50	22,1	50	22,1	
<b>Sim</b>	2	74	2	74	76
<b>%</b>	50	77,9	50	77,9	
<b>Total</b>	4	95	4	95	99

Nota-se pela tabela 4.60, que as frequências das respostas em termos de amostra geral, tanto para as medidas de níveis de ruído, quanto para as manifestações do sintoma, são exatamente as mesmas. Observam-se, portanto, percentuais de 4,0%(4) e 96,0%(95) nos trabalhadores expostos a níveis considerados pela legislação e acima destes, enquanto para o sintoma, os percentuais são de 50%(2) e 77,9%(74), respectivamente. Estes resultados mostram que os trabalhadores encontram-se submetidos aos mesmos níveis de imissão sonora no ambiente ocupacional em estudo. Grande número de trabalhadores está, exposto a níveis



considerados fora dos limites de salubridade. É baixa a representatividade em termos de frequência, tal que as condições exigidas para aplicação da estatística de teste, não são satisfeitas.

#### 4.3.9.1. Comparação entre o sintoma irritação (IR) e a percepção do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA)

A comparação da variável irritação (IR) com a percepção do trabalhador ao ruído ambiental (RA), existente na planta industrial, tem os resultados das frequências observadas tabulados na tabela 4.61.

Tabela 4.61 – Frequências observadas entre o sintoma irritação (IR) e a percepção do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA) no ambiente de trabalho.

Irritação	Percepção do Ruído Ambiental		
	Não	Sim	Total
Não	30	22	52
%	44,8	18,2	
Sim	37	99	136
%	55	81,8	
Total	67	121	188

Referente à amostra geral, 35,6%(67) dos trabalhadores possuem percepção negativa quanto ao ruído ambiental, enquanto 64,4%(121) manifestam-na positivamente. Em termos do sintoma, 55%(37) dos trabalhadores que declaram possuir percepção negativa, manifestam problemas de ansiedade. Dos que fazem declaração positiva, quanto à percepção, 81,8%(99) manifestam o sintoma no ambiente de trabalho. Em termos de frequência esperada, verificou-se ser adequada à aplicação do teste ( $\chi^2$ ), em que os resultados ( $\chi^2=15,24$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,00009$ ) mostram diferenças estatisticamente significantes, indicando uma forte associação entre as variáveis.

#### 4.3.10. Comparação Entre o Sintoma Insônia (IS) e as Medidas dos Níveis de Ruído Efetuadas no Ambiente e Postos de Trabalho

A comparação entre o sintoma insônia (IS) e as medidas dos níveis de ruído ambiental existentes na planta industrial, são tabuladas na Tabela 4.62.

Tabela 4.62 – Frequências observadas entre o sintoma insônia (IS) e o ruído ambiental (DB0) em dB(A) existente no ambiente de trabalho.

Insônia	Ruído Ambiental em dB(A)			Total
	NPS≤85	(85<NPS≤90)	NPS>90	
Não	60	8	46	114
%	68,2	42,1	56,8	
Sim	28	11	35	74
%	31,8	57,9	43,2	
Total	88	19	81	188

Oitenta e oito dos trabalhadores participantes do estudo (46,8%), desempenham atividades em ambientes com níveis de ruído menor ou igual a 85dB(A), enquanto nas demais categorias os percentuais são de 10,1%(19) e 43,2%(81), respectivamente.

A maioria dos trabalhadores na primeira categoria está lotada em setores do tipo administrativo, enquanto nas faixas de ruído posteriores, todos se encontram lotados em setores do tipo operacional. Observa-se maior densidade de trabalhadores nos setores com níveis de ruído acima de 90dB(A). Em relação ao sintoma insônia, 31,8%(28) dos trabalhadores em setores com níveis de ruído ≤85dB(A) declaram sentir o problema, mas a incidência maior está nos ambientes com níveis acima de 90dB(A) com 43,2 %(35). A representatividade em termos de frequência apesar de alta, os resultados do teste qui-quadrado ( $\chi^2=5,33$ ; gl=2; p=0,069) indicam que não há associação estatisticamente significativa entre as variáveis.

O cruzamento entre as mesmas variáveis considerando o estabelecido pela legislação, tem seus resultados tabulados na tabela 4.63, com o agrupamento feito nas duas categorias dos níveis de ruído.

Nota-se que 46,8%(88) dos trabalhadores executam atividades em ambientes cujos níveis de ruído são ≤85dB(A), mas existe diferença significativa, em termos da segunda categoria, em que o número de trabalhadores 53,2%(100) é superior ao daqueles lotados nos setores administrativos, considerados salutaros. Em termos do sintoma manifestado, mesmo nos ambientes considerados salutaros, 31,8%(28) de manifestações, e nos ambientes mais ruidosos 46%(46) declaram sentir o problema. É alta a existência de representatividade em termos de frequência, e os resultados do teste qui-quadrado ( $\chi^2=3,94$ ; gl=1; p=0,047) mostram que existe associação estatisticamente significante entre as variáveis.

Tabela 4.63 – Frequências observadas entre o sintoma insônia (IS) e o ruído de fundo (DB1) em dB(A) existente no ambiente de trabalho.

Insônia	Ruído Ambiental em dB(A)		
	≤85	>85	Total
<b>Não</b>	60	54	114
%	68,2	54	
<b>Sim</b>	28	46	74
%	31,8	46	
<b>Total</b>	88	100	188

A comparação entre a variável insônia (IS) e as medidas dos níveis de ruído efetuada a altura dos ouvidos direito (MD1) e esquerdo (ME1) do trabalhador no posto de trabalho são mostradas nas tabelas 4.64 e 4.65, segundo as cinco categorias atribuídas para as medidas de nível de ruído.

Tabela 4.64 – Frequências observadas entre o sintoma insônia (IS) e os níveis de ruído em dB(A) nas proximidades do ouvido direito (MD1) do trabalhador, no posto de trabalho.

Insônia	Medidas no Ouvido Direito em dB(A)					Total
	NPS≤85	(85<NPS≤90)	(90<NPS≤95)	(95<NPS≤100)	NPS>100	
<b>Não</b>	1	6	23	13	11	54
%	25	75	59	54,2	45,8	
<b>Sim</b>	3	2	16	11	13	45
%	75	25	41	45,8	54,2	
<b>Total</b>	4	8	39	24	24	99

As variações mais acentuadas, em termos de amostragem, situam-se nas faixas mais elevadas de níveis de ruído. Nota-se que 4,0%(4) dos trabalhadores de setores operacionais encontram-se submetidos a níveis de ruído até 85dB(A). Quanto a segunda categoria de níveis de ruído, houve pequena variação nos percentuais de exposição, mas, o número de expostos continuou o mesmo para ambas as situações.

A maior incidência de variação, foi registrada nas três últimas categorias sendo para o ouvido direito 39,4%(39) e 24,2%(24), nas categorias de níveis de ruído nas faixas entre (90<NPS≤95), (95<NPS≤100) e acima de 100dB(A), e para o ouvido esquerdo considerando as mesmas categorias são 38,4%(38), 22,2%(22) e 27,3%(27), respectivamente. Em termos de sintoma, nota-se que não há variação nas duas primeiras categorias. As variações mais significativas estão nas faixas de níveis de ruído onde os ouvidos sofrem os maiores impactos.

Tabela 4.65 – Frequências observadas entre o sintoma insônia (IS) e os níveis de ruído em dB(A) nas proximidades do ouvido esquerdo (ME1) do trabalhador, no posto de trabalho.

Insônia	Medidas no Ouvido Esquerdo em dB(A)					Total
	NPS≤85	(85<NPS≤90)	(90<NPS≤95)	(95<NPS≤100)	NPS>100	
<b>Não</b>	1	6	21	14	12	54
<b>%</b>	25	75	55	64	44,4	
<b>Sim</b>	3	2	17	8	15	45
<b>%</b>	75	25	45	36,4	55,5	
<b>Total</b>	4	8	38	22	27	99

Para o trabalhador cujo ouvido direito está exposto a níveis de ruído na faixa entre (90<NPS≤95)dB(A), 41%(16) declaram sentir problemas de insônia no espaço laboral, enquanto o número daquele que manifestam o problema, cuja audição está submetida as faixas entre (95<NPS≤100) e acima de 100dB(A), são respectivamente, 45,8%(11) e 54,2%(13). Verificando em relação ao ouvido esquerdo, 45%(17) dos trabalhadores na faixa entre (90<NPS≤95)dB(A) declaram sentir ansiedade, enquanto nas faixas entre (95<NPS≤100) e acima de 100dB(A), as taxas são, respectivamente, 36,4% (8) e 55,5% (15). A representatividade, em termos de frequência, é baixa, de modo que a associação entre as variáveis não pode se avaliada pela aplicação do teste estatístico  $\chi^2$ .

O cruzamento das mesmas variáveis foi verificado levando considerando os termos de salubridade, para tanto, agrupou-se em duas o número de categorias dos níveis de ruído como nos casos anteriores.

A tabela 4.66 mostra os resultados do cruzamento entre a variável insônia (IS) e as medidas de níveis de ruído efetuadas próximas aos ouvidos direito (MD12) e esquerdo (ME12) do trabalhador no desempenho de suas tarefas no posto de trabalho.

Tabela 4.66 – Frequências observadas entre o sintoma insônia (IS) e os níveis de ruído em dB(A) nas proximidades dos ouvidos direito (MD12) e esquerdo (ME12) do trabalhador, no posto de trabalho.

Insônia	Ouvido Direito		Ouvido Esquerdo		Total
	≤85	>85	≤85	>85	
<b>Não</b>	1	56	1	53	54
<b>%</b>	25	55,8	25	55,8	
<b>Sim</b>	3	42	3	42	45
<b>%</b>	75	44,2	75	44,2	
<b>Total</b>	4	95	4	95	99

A tabela 4.66 mostra que a frequência das respostas, em termos de amostra geral, tanto para as medidas dos níveis de ruído, quanto para as manifestações do sintoma, são exatamente as mesmas, notando-se, portanto, percentuais de 4,0%(4) e 96,0%(95) para trabalhadores expostos a níveis considerados dentro dos limites estabelecidos e acima destes, respectivamente, enquanto para o sintoma, os percentuais respectivos são de 75%(3) e 44,2%(42). Estes resultados mostram que ambos os ouvidos encontram-se submetidos aos mesmos níveis de imissão sonora. Nota-se, portanto, que grande número de trabalhadores está, exposto a níveis de ruído considerados fora dos limites salubres. Por ser baixa a representatividade, em termos de frequência, a aplicação da estatística de teste não pode ser aplicada para verificação de associação entre as variáveis.

#### 4.3.10.1. Comparação Entre o Sintoma Insônia (IS) e a Percepção do Trabalhador Quanto ao Ruído Ambiental (RA)

A comparação da variável insônia (IS) com a percepção do trabalhador ao ruído ambiental (RA), existente na planta industrial, tem os resultados tabulados na tabela 4.67.

Sessenta e sete (35,6%) dos participantes do estudo não possuem percepção positiva quanto ao ruído no ambiente de trabalho. Entretanto, 64,4%(121) manifestam percepção afirmativa. Com respeito ao sintoma, 22,4%(15) dos trabalhadores que declaram não possuir uma percepção positiva, manifestam problemas de insônia. Dos que fazem declarações afirmativas da percepção ao ruído ambiental, 48,8%(59) manifestam problemas de insônia. Em relação às frequências esperadas foi verificada a existência de alta representatividade, sendo, portanto, adequada a aplicação da estatística de teste. Os resultados do teste estatístico qui-quadrado ( $\chi^2=12,57$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,0004$ ), mostram diferenças estatisticamente significantes, indicando uma forte associação entre as variáveis.

Tabela 4.67 – Frequências observadas entre o sintoma insônia (IS) e a percepção do trabalhador quanto ao ruído ambiental (RA) existente no ambiente de trabalho.

Insônia	Percepção do Ruído Ambiental		
	Não	Sim	Total
Não	52	62	114
%	77,6	51,2	
Sim	15	59	74
%	22,4	48,8	
<b>Total</b>	<b>67</b>	<b>121</b>	<b>188</b>

Tabela 4.68 – Síntese dos resultados dos testes estatísticos aplicados para o cruzamento das variáveis biológicas e psicossociais.

Sintoma	Classe	$\chi^2$	gl	p	Classificação
*Tontura	DB1	2,05	1	0,15	Biológicas
*Tontura	RA	0,5	1	0,48	"
Dor de Cabeça	DB1	11,79	1	0,0006	"
Dor de Cabeça	RA	7,54	1	0,006	"
Dor de Ouvido	DB1	11,23	1	0,0008	"
Dor de Ouvido	RA	10,9	1	0,00096	"
*Dif. de comunicação	DB1	1,03	1	0,31	"
*Dif. de comunicação	RA	2,96	1	0,08	"
Fadiga Física	DB1	14,81	1	0,00012	"
Fadiga Física	RA	9,28	1	0,002	"
*Fadiga Mental	DB1	1,32	1	0,25	Psicossociais
Fadiga Mental	RA	4,83	1	0,028	"
Incômodo	DB1	31,2	1	0,000002	"
Incômodo	RA	30,2	1	0,000003	"
Ansiedade	DB1	3,75	1	0,05032	"
Ansiedade	RA	6,84	1	0,009	"
Irritação	DB1	3,92	1	0,0461	"
Irritação	RA	15,24	1	0,00009	"
Insônia	DB1	3,94	1	0,047	"
Insônia	RA	12,57	1	0,0004	"

\* probabilidade acima do nível de significância 0,05

A tabela 4.68 apresenta o resumo dos resultados estatísticos encontrados nas comparações realizadas entre as variáveis biológicas e psicossociais em relação às medidas dos níveis de ruído ambiental, medidos no ambiente de trabalho (DB1) e a percepção do trabalhador quanto ao ruído existente no mesmo ambiente (RA).

A tabela 4.69 mostra o resumo dos resultados encontrados para as categorias de respostas quanto ao número de manifestações por sintoma, em relação aos níveis de ruído no ambiente de trabalho, as medidas realizadas próximas aos ouvidos do trabalhador e a percepção do trabalhador quanto ao ruído ambiental quando no desempenho de atividades no posto de trabalho. Na linha final, tem-se o resultado referente ao teste audiométrico em relação ao sintoma dificuldade para ouvir (DF).

Tabela 4.69 – Descrição dos resultados das comparações entre cada sintoma com os níveis de ruído próximos aos ouvidos direito e esquerdo do trabalhador, o ruído ambiental e a percepção ao ruído ambiental.

Sintoma	NÃO						
	DB0	DB1	MD1	ME1	MD12	ME12	RA
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Dor de Cabeça	58 (30,9)	58 (30,9)	21 (21,2)	21 (21,2)	21 (21,2)	21 (21,2)	58 (30,9)
Tontura	152 (80,8)	152 (80,8)	76 (76,8)	76 (76,8)	76 (76,8)	76 (76,8)	152 (80,8)
Dor de Ouvido	157 (83,5)	157 (83,5)	74 (74,8)	74 (74,8)	74 (74,8)	74 (74,8)	157 (83,5)
Dif. de Com.	150 (80)	150 (80)	75 (75,8)	75 (75,8)	75 (75,8)	75 (75,8)	150 (80)
Incômodo	107 (57)	107 (57)	39 (39,4)	39 (39,4)	39 (39,4)	39 (39,4)	10 (57)
Fadiga Física	71 (37,8)	71 (37,8)	26 (26,3)	26 (26,3)	26 (26,3)	26 (26,3)	71(37,8)
Fadiga Mental	92 (49)	92 (49)	45 (45,5)	45 (45,5)	45 (45,5)	45(45,5)	92 (49)
Ansiedade	80 (42,5)	80 (42,5)	37 (37,4)	37 (37,4)	37 (37,4)	37(37,4)	80 (42,5)
Irritação	52 (27,6)	52 (27,6)	23 (23,2)	23 (23,2)	23 (23,2)	23(23,2)	52 (27,6)
Insônia	114 (60,6)	114 (60,6)	54 (54,5)	54 (54,5)	54 (54,5)	54(54,5)	54 (54,5)
Dif. de Ouvir	OD1	OE1					
	140 (74,5)	140 (74,5)					

Sintoma	SIM						
	DB0	DB1	MD1	ME1	MD12	ME12	RA
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Dor de Cabeça	130 (69,1)	130 (69,1)	78 (78,8)	78 (78,8)	78 (78,8)	78 (78,8)	130 (69,1)
Tontura	36 (19,2)	36 (19,2)	23 (23,3)	23 (23,3)	23 (23,3)	23 (23,3)	36 (19,2)
Dor de Ouvido	31 (16,5)	31 (16,5)	25 (25,2)	25 (25,2)	25 (25,2)	25 (25,2)	31 (16,5)
Dif. de Com.	38 (20)	38 (20)	24 (24,2)	24 (24,2)	24 (24,2)	24 (24,2)	38 (20)
Incômodo	81 (43)	81 (43)	60 (60,6)	60 (60,6)	60 (60,6)	60 (60,6)	81 (43)
Fadiga Física	117 (62,3)	117 (62,3)	73 (73,7)	73 (73,7)	73 (73,7)	73 (73,7)	117 (62,3)
Fadiga Mental	96 (51)	96 (51)	54 (54,5)	54 (54,5)	54 (54,5)	54 (54,5)	96 (51)
Ansiedade	108 (57,5)	108 (57,5)	62 (62,6)	62 (62,6)	62 (62,6)	62 (62,6)	108 (57,5)
Irritação	136 (72,4)	136 (72,4)	76 (76,8)	76 (76,8)	76 (76,8)	76 (76,8)	136 (72,4)
Insônia	74 (39,4)	74 (39,4)	45 (45,5)	45 (45,5)	45 (45,5)	45 (45,5)	74 (39,4)
Dif. de Ouvir	OD1	OE1					
	48 (25,5)	48 (25,5)					

#### 4.4. Graus de Perda dos Limiares Auditivos Encontrados na Pesquisa

Para avaliação audiométrica dos trabalhadores da empresa W, estes foram encaminhados para uma clínica particular onde foram realizadas as avaliações, enquanto os trabalhadores da empresa F, os exames foram realizados na própria empresa. O trabalhador inicialmente foi atendido pelo médico do trabalho pertencente ao Programa de Controle

Médico e Saúde Ocupacional – PCMSO da empresa, que procedeu com os exames clínicos e otoscopias. Em seguida, o trabalhador foi encaminhado à clínica, onde uma fonoaudióloga procedeu com o exame audiométrico.

As informações sobre a avaliação dos trabalhadores são registradas em fichas utilizadas pelo médico para os registros de dados clínicos e audiométricos. Todos os exames audiométricos foram realizados em cabine acústica de acordo com as Normas ISO 389 e ANSI-S 3.6, com repouso acústico de pelo menos 14 horas, depois de terminada a exposição ao ruído. O audiômetro utilizado nos exames foi calibrado segundo as mesmas normas.

#### 4.4.1. Comparação Entre o Grau de Perda Auditiva em Relação à Idade (ID)

Os resultados das comparações estatísticas efetuadas entre o Grau de Perda Auditiva e a Idade (ID) são mostradas na tabela 4.70.

Tabela 4.70 – Resultados das audiometrias classificadas segundo critério de avaliação proposto por Merluzzi (1979) em relação à idade (ID).

Idade (anos)	Graus de Classificação							Total
	0	1	2	3	4	5	6	
I≤20	7	0	0	0	0	0	0	7
20<I≤25	62	1	0	0	0	0	0	63
25<I≤35	64	8	1	2	0	1	0	76
35<I≤45	20	7	2	1	0	0	1	31
I>45	6	4	1	0	0	0	0	11
<b>Total</b>	159	20	4	3	0	1	1	188

A evolução na deficiência dos limiares auditivos é notável à medida que a idade do trabalhador avança, demonstrando ser o ruído um dos fatores causais.

##### 4.4.1.1. Comparação entre o grau de perda do limiar auditivo no ouvido direito (OD1) em relação à idade (ID).

As tabelas 4.71, 4.72 indicam as comparações estatísticas entre a perda dos limiares auditivos nos ouvidos direito (OD1) e esquerdo (OE1) da amostra em estudo em relação à



idade (ID) do trabalhador. Os graus de perda auditiva foram agrupados em três categorias (0, 1 e 2). O grau 0 corresponde à queda do limiar considerada normal até 25dB; o grau 1 representa as classes de (1 a 5) da classificação anterior, que corresponde às perdas dos limiares provocadas apenas por ruído; o grau 2 representa a classe 6 na classificação de Merluzzi, corresponde às perdas dos limiares provocadas por ruído associadas à outras causas.

Tabela 4.71 – Frequências observadas entre a comparação da perda do limiar auditivo no ouvido direito (OD1) do trabalhador, em relação à idade (ID), segundo critério de avaliação proposto por Merluzzi (1979).

Idade (anos)	Graus de Classificação Para o Ouvido Direito			
	0	1	2	Total
<b>I≤20</b>	7	0	0	7
%	4,2	0	0	
<b>20&lt;I≤25</b>	62	1	0	63
%	37,3	4,7	0	
<b>25&lt;I≤35</b>	67	9	0	76
%	40,4	42,9	0	
<b>35&lt;I≤45</b>	22	8	1	31
%	13,4	38	100	
<b>I&gt;45</b>	8	3	0	11
%	4,8	14,3	0	
<b>Total</b>	166	21	1	188

Nota-se que dentro da classificação grau 0, existe uma grande quantidade de trabalhadores (166). Mas, sua presença é maior nas faixas etárias entre (20<I≤25) anos (37,3%) e (25<I≤35) anos (40,4%), sendo pouco significativa na faixa etária acima de 45 anos que apresenta, apenas 4,8% de trabalhadores. Para os graus de perdas provocadas por ruído de grau 1, observa-se alta incidência dentro das faixas etárias entre (25<I≤35) anos (42,9%) e (35<I≤45) anos (38%). A manifestação de lesão provocada por ruído associada à outras causas grau 2, é manifestada em apenas um trabalhador, cuja faixa etária encontra-se entre (35<I≤45) anos, o que pode ser considerada como efeito aditivo da própria idade ou seja, uma associação com a presbiacusia.

4.4.1.2. Comparação entre o grau de perda auditiva no ouvido esquerdo (OE1) com relação à idade (ID).

A tabela 4.72 mostra a comparação estatística entre a perda do limiar auditivo no ouvido esquerdo (OE1) em relação à idade (ID) do trabalhador.

Tabela 4.72 – Frequências observadas entre a comparação da perda do limiar auditivo no ouvido esquerdo (OE1) do trabalhador, em relação à idade (ID), segundo critério de avaliação proposto por Merluzzi (1979).

Idade (anos)	Graus de Classificação Para o Ouvido Esquerdo			
	0	1	2	Total
I<20	7	0	0	7
%	4,4	0	0	
20<I<25	61	2	0	63
%	38,4	7,1	0	
25<I<35	65	11	0	76
%	40,9	39,3	0	
35<I<45	21	9	1	31
%	13,2	32,1	100	
I>45	5	6	0	11
%	3,1	21,4	0	
<b>Total</b>	159	28	1	188

Com relação ao ouvido esquerdo, na classificação grau 0 estão os trabalhadores nas mesmas faixas etárias observadas para o ouvido direito, isto é, (20<I<25) anos (38,4%) e (25<I<35) anos (40,9%). A faixa etária acima de 45 anos apresenta um percentual inferior em relação ao ouvido direito, ou seja, 3,1%. Para as perdas de grau 1, observa-se uma manifestação maior dentro das três últimas faixas etárias com percentuais de 39,3%, 32,1% e 21,4%, respectivamente. É importante observar que a manifestação de lesão provocada por ruído associada a outras causas grau 2, manifesta-se, também, em apenas um trabalhador, na faixa de idade entre (35<I<45) anos. Comparando as perdas de grau 0 entre ambos os ouvidos, verifica-se que a variação, foi muito pequena. Já para as perdas provocadas por ruído de grau 1, houve queda nas faixas etárias entre (25<I<35) e (35<I<45) anos, com aumento de 7,1% na última faixa.

Algo que chama a atenção nestes resultados é a manifestação maior de trabalhadores com audição esquerda comprometida 14,9%(28), comparadas a 11,2%(21) daqueles com audição direita; um aumento, portanto, de 25%. Esta perda auditiva mais significativa na audição esquerda pode ser explicada para a empresa W, em função dos constantes movimentos do trabalhador no posto de trabalho, para o lado direito, a fim de depositar sobre uma gaiola metálica, o material retirado da máquina. Na segunda empresa F, pode ser explicada em função da posição desenvolvida pelo trabalhador durante as operações de beneficiamento, ao longo da jornada de trabalho.

#### 4.4.2. Comparação Entre o Grau de Perda Auditiva em Relação ao Tempo de Serviço (TS)

Com relação ao tempo de serviço (TS), foi feita a comparação estatística com os graus de perdas dos limiares auditivos, cujos resultados são mostrados na tabela 4.73.

Nota-se que para os trabalhadores com tempo de serviço até 5 anos, 5,1% apresentam prejuízo auditivo ocasionado pela exposição ao ruído; enquanto trabalhadores com tempo de serviço entre ( $5 < TS \leq 10$ ) anos, 16,7% são portadores de lesão auditiva provocada pelo ruído.

Observa-se, através da tabela 4.73, um índice de 84,6%(159) de trabalhadores com ouvidos normais; 14,9%(28) de trabalhadores com ouvidos apresentando comprometimento auditivo relacionado à exposição ao ruído, e 0,5%(1) com lesão ocasionada por outras causas além do próprio ruído. A evolução no comprometimento dos limiares auditivos é notável à medida que a idade e o tempo de serviço do trabalhador aumentam, demonstrando, assim, ser o ruído um dos fatores etiológico.

Tabela 4.73 – Resultados das audiometrias classificadas segundo critério de avaliação proposto por Merluzzi (1979), em relação ao tempo de serviço (TS).

TS (anos)	Graus de Classificação							Total
	0	1	2	3	4	5	6	
TS ≤ 5	93	3	1	1	0	0	0	98
5 < TS ≤ 10	35	5	0	1	0	1	0	42
10 < TS ≤ 15	17	7	2	0	0	0	1	27
15 < TS ≤ 20	11	4	1	1	0	0	0	17
TS > 20	3	1	0	0	0	0	0	4
<b>Total</b>	159	20	4	3	0	1	1	188

#### 4.4.2.1. Comparação entre o grau de perda auditiva no ouvido direito (OD1) com relação ao tempo de serviço (TS)

As tabelas 4.74 e 4.75 mostram as comparações estatísticas entre a perda dos limiares auditivos nos ouvidos direito (OD1) e esquerdo (OE1) dos trabalhadores, em relação ao tempo de serviço (TS).

Tabela 4.74 – Comparação da perda do limiar auditivo no ouvido direito (OD1) do trabalhador em relação ao tempo de serviço (TS), segundo critério de avaliação proposto por Merluzzi (1979).

TS (anos)	Graus de Classificação Para o Ouvido Direito			
	0	1	2	Total
<b>TS ≤ 5</b>	94	4	0	98
%	56,6	19,1	0	
<b>5 &lt; TS ≤ 10</b>	37	5	0	42
%	22,3	23,8	0	
<b>10 &lt; TS ≤ 15</b>	19	7	1	27
%	11,5	33,3	100	
<b>15 &lt; TS ≤ 20</b>	13	4	0	17
%	7,8	19,1	0	
<b>TS &gt; 20</b>	3	1	0	4
%	1,8	4,7	0	
<b>Total</b>	166	21	1	188

Dentro da classificação grau 0, há grande concentração de trabalhadores expostos. Mas a presença acentuada está nas faixas de tempo de serviço menor ou igual a 5 anos (56,6%) e entre (5 < TS ≤ 10) anos (22,3%), sendo menos presente na faixa acima de 20 anos que apresenta, apenas 1,8% com audição normal. Nos graus de perda provocada apenas por ruído grau 1, observa-se alta incidência dentro das faixas de tempo de serviço entre (5 < TS ≤ 10) anos (23,8%) e entre (10 < TS ≤ 15) anos (33,3%). Já a manifestação de lesão provocada por ruído, associada à outras causas grau 2, incide em apenas um trabalhador na faixa de tempo de serviço entre (10 < TS ≤ 15) anos. Observa-se que, a medida que o tempo de serviço aumenta, há queda no número de trabalhadores dentro da classificação de grau 0. Quanto à perda de audição provocada por ruído grau 1 (classes de 1 a 5), nota-se uma evolução nas três primeiras faixas de tempo de serviço, com percentuais de 19,1%, 23,8% e 33,3%, respectivamente.

#### 4.4.2.2. Comparação entre o grau de perda auditiva no ouvido esquerdo (OE1) com relação ao tempo de serviço (TS)

A tabela 4.75 mostra a comparação estatística entre a perda do limiar auditivo no ouvido esquerdo (OE1) dos trabalhadores em relação ao tempo de serviço (TS).

Tabela 4.75 – Comparação da perda do limiar auditivo no ouvido esquerdo (OE1) do trabalhador em relação ao tempo de serviço (TS), segundo critério de avaliação proposto por Merluzzi (1979).

TS (anos)	Graus de Classificação Para o Ouvido Esquerdo			
	0	1	2	Total
<b>TS≤5</b>	92	6	0	98
%	57,8	21,4	0	
<b>5&lt;TS≤10</b>	35	7	0	42
%	22	25	0	
<b>10&lt;TS≤15</b>	18	8	1	27
%	11,3	28,6	100	
<b>15&lt;TS≤20</b>	11,	9	0	17
%	6,9	21,4	0	
<b>TS&gt;20</b>	3	1	0	4
%	1,9	3,6	0	
<b>Total</b>	159	28	1	188

Existe alto número de trabalhadores com audição normal, nas faixas de tempo de serviço até 5 anos (57,8%) e entre (5<TS≤10) anos (22%), com menor incidência na faixa acima de 20 anos que apresenta apenas 1,9% de trabalhadores com audição normal. Nos graus de perda provocada apenas por ruído, verifica-se alta concentração dentro das faixas de tempo de serviço até 5 anos(21,4%), entre (5<TS≤10) (25%), (10<TS≤15) (28,6%), e (15<TS≤20) anos (21,4%), respectivamente. A manifestação de lesão provocada por ruído associada a outros fatores, incide em apenas um trabalhador, cuja faixa de tempo de serviço encontra-se entre (10<TS≤15) anos semelhante aos resultados obtidos para o ouvido direito.

De modo semelhante, nota-se que a medida que o tempo de serviço aumenta, há uma queda no número de ouvidos dentro da classificação de grau 0, mas com pequena diferença quando comparada aos resultados do caso anterior. Ao se comparar os graus de perdas entre os ouvidos direito e esquerdo, a variação normal é pequena entre ambos os ouvidos. Já para as perdas provocadas por ruído, a diferença mais acentuada está apresentada na faixa entre (10<TS≤15) anos, com 4,7%.

#### 4.4.3. Comparação Entre o Grau de Perda Auditiva em Relação ao Setor de Trabalho (ST)

Com a finalidade de facilitar a locação dos setores dentro de faixas de níveis de ruído, estes foram classificados em sete categorias distintas, a saber: Setor I (Escritório), Setor II (Seccionadoras e Serras Circulares), Setor III (Furação de Portas, Montagem de Caixotes, Embalagem, Limpeza, Chapeação, Montagem e Coordenação), Setor IV (Coladeiras ABS, Post-Forming, PVC, e Master, Perfiladeiras, Centro de Usinagem, Manutenção), Setor V (Almoxarifado), Setor VI (Grampeamento), Setor VI (Prensas) e Setor VII (Ranhuradeiras).

##### 4.4.3.1. Comparação entre o grau de perda auditiva no ouvido direito (OD1) com relação ao setor de trabalho (ST).

A tabela 4.76 mostra a comparação estatística entre a perda do limiar auditivo do ouvido direito (OD1) dos trabalhadores, em relação aos setores de trabalho (ST).

Tabela 4.76 – Comparação da perda do limiar auditivo no ouvido direito (OD1) do trabalhador em ao setor (ST), segundo critério de avaliação proposto por Merluzzi (1979).

Setor	Graus de Classificação Para o Ouvido Direito			
	0	1	2	Total
<b>I</b>	67	0	0	67
%	40,4	0	0	
<b>II</b>	5	2	0	7
%	3	9,5	0	
<b>III</b>	12	4	1	17
%	7,2	19	100	
<b>IV</b>	12	7	0	19
%	7,2	33,3	0	
<b>V</b>	3	0	0	3
%	1,8	0	0	
<b>VI</b>	25	4	0	29
%	15,1	19,1	0	
<b>VII</b>	27	3	0	30
%	16,3	14,3	0	
<b>VIII</b>	15	1	0	16
%	9	4,8	0	
<b>Total</b>	166	21	1	188

#### 4.4.3.2. Comparação entre o grau de perda auditiva no ouvido esquerdo (OE1) com relação ao setor de trabalho (ST).

A tabela 4.77 mostra a comparação estatística entre a perda do limiar auditivo do ouvido direito (OE1) dos trabalhadores em relação aos setores de trabalho (ST).

Tabela 4.77 – Comparação da perda do limiar auditivo no ouvido esquerdo (OE1) do trabalhador em ao setor (ST), segundo critério de avaliação proposto por Merluzzi (1979).

Setor	Graus de Classificação Para o Ouvido Esquerdo			
	0	1	2	Total
<b>I</b>	67	0	0	67
<b>%</b>	42	0	0	
<b>II</b>	5	2	0	7
<b>%</b>	3	7	0	
<b>III</b>	12	4	1	17
<b>%</b>	7,6	14	100	
<b>IV</b>	12	7	0	19
<b>%</b>	7,6	25	0	
<b>V</b>	3	0	0	3
<b>%</b>	1,9	0	0	
<b>VI</b>	22	7	0	29
<b>%</b>	13	25	0	
<b>VII</b>	25	5	0	30
<b>%</b>	15,7	17,8	0	
<b>VIII</b>	13	3	0	16
<b>%</b>	8,2	10,7	0	
<b>Total</b>	159	28	1	188

#### 4.4.4. Comparação Entre o Grau de Perda Auditiva no Ouvido Direito (OD) e Ouvido Esquerdo (OE) com Relação ao Turno de Trabalho (TN)

As tabelas 4.78 e 4.79 exibem os resultados dos cruzamentos entre os graus de perda do limiar auditivo para ambos os ouvidos, em relação ao turno de trabalho (TN).

Tabela 4.78 – Comparação da perda do limiar auditivo no ouvido direito (OD1) do trabalhador em ao turno (TN), segundo critério de avaliação proposto por Merluzzi (1979).

Turno	Graus de Classificação Para o Ouvido Direito			
	0	1	2	Total
<b>Normal</b>	99	13	1	113
<b>%</b>	59,6	61,9	100	
<b>Primeiro</b>	31	4	0	35
<b>%</b>	18,7	19,1	0	
<b>Segundo</b>	36	4	0	40
<b>%</b>	21,7	19,1	0	
<b>Total</b>	166	21	1	188

Observa-se em ambas as tabelas que a maioria dos trabalhadores encontra-se com grau de perda do limiar na classificação normal. Isso se justifica pelo constante uso do dispositivo de proteção auditiva em ambas as empresas. Mas, se verifica que no turno 1 há um número maior de trabalhadores em situações operacionais com ouvido esquerdo mais comprometidos do que no turno 2.

Tabela 4.79 – Comparação da perda do limiar auditivo no ouvido esquerdo (OE1) do trabalhador em ao turno (TN), segundo critério de avaliação proposto por Merluzzi (1979).

Turno	Graus de Classificação Para o Ouvido Esquerdo			
	0	1	2	Total
<b>Normal</b>	99	13	1	113
<b>%</b>	62,3	46,4	100	
<b>Primeiro</b>	26	9	0	35
<b>%</b>	16,4	32,1	0	
<b>Segundo</b>	34	6	0	40
<b>%</b>	21,4	21,4	0	
<b>Total</b>	159	28	1	188

As tabelas 4.80 e 4.81 mostram os graus de perda auditiva nos ouvidos direito e esquerdo, com os respectivos números e percentuais de trabalhadores envolvidos.

Dos 188 participantes da pesquisa, 88,3%(166) apresentam limiares auditivos do ouvido direito, com grau 0, isto é, com comprometimento apenas normal; 11,2%(21) de limiares auditivos com lesões provocadas por ruído, enquadrando-se dentro das classes de (1 a 5), e



somente 0,5%(1) de trabalhadores é portador de deficiência auditiva no ouvido direito, provocada por outras causas, além do ruído.

Tabela 4.80 – Graus de perdas de limiares auditivos encontrados para o ouvido direito (OD).

Grau	n	%
0	166	88,3
1 a 5	21	11,2
6	1	0,5

Tabela 4.81 – Graus de perdas de limiares auditivos encontrados para o ouvido esquerdo (OE).

Grau	n	%
0	159	84,6
1 a 5	28	14,9
6	1	0,5

Em relação ao ouvido esquerdo, 84,6%(159) dos trabalhadores apresentam limiares auditivos com grau 0, enquanto 14,9%(28) apresentam limiares auditivos com lesões provocadas por ruído, e 0,5%(1) de trabalhadores é portador de deficiência auditiva provocada por outros fatores, além do ruído, comprovando um prejuízo auditivo bilateral.

As tabelas 4.82 e 4.83 mostram a distribuição dos trabalhadores por setor (ST) e turno (TN) de trabalho.

Tabela 4.82 – Distribuição dos trabalhadores por setor (ST) de trabalho.

Setor	n	%
I	67	35,7
II	7	3,8
III	17	9
IV	19	10,1
V	3	1,6
VI	29	15,4
VII	30	15,9
VIII	16	8,5

Observa-se alta relevância com taxa de 35,7% (67), no Setor I, onde os trabalhadores desempenham atividades em ambientes administrativos. Cento e vinte e um (64.3%) trabalhadores encontram-se distribuídos em postos de trabalho em que as concentrações em

destaque estão nos setores considerados “*coração*” da área operacional. Nota-se, pois, que os setores operacionais com taxas de maior concentração, são: Setor IV (10,1%), Setor VI (15,4%) e Setor VII (15,9%).

Tabela 4.83 – Distribuição dos trabalhadores por turno (TN) de trabalho.

Turno	n	%
Normal	113	60,1
Primeiro	35	18,6
Segundo	40	21,3

Conforme a amostra geral, vê-se que 60,1% (113) dos trabalhadores desempenham tarefas no turno considerado normal, isto é, com horários matutinos e vespertinos. No primeiro e segundo turnos, os trabalhadores adentram ao trabalho nos horários de 5:00h e 14:00h, com percentuais representativos de 18,6% e 21,3%, respectivamente.

As distribuições dos trabalhadores em relação às medidas dos níveis de ruído, efetuadas em ambos os ouvidos; aos graus de perda dos limiares auditivos, e em relação aos sintomas apresentado, são mostradas, por empresa, através das tabelas 4.84, 4.85, 4.86, 4.87 e 4.88.

Tabela 4.84 – Distribuição das medidas de níveis de ruído em dB(A) nas proximidades do ouvido direito (MD1), no posto de trabalho, por empresa.

Nível de Ruído [dB(A)]	W	F	Total
≤85	0	4	4
>85-90	6	2	8
>90-95	29	10	39
>95-100	17	7	24
>100	23	1	24
Total	75	24	99

Tabela 4.85 – Distribuição das medidas de níveis de ruído em dB(A) nas proximidades do ouvido esquerdo (ME1), no posto de trabalho, por empresa.

Nível de Ruído [dB(A)]	W	F	Total
≤85	0	4	4
>85-90	6	2	8
>90-95	29	9	38
>95-100	13	9	22
>100	27	0	27
Total	75	24	99

Tabela 4.86 – Distribuição dos graus de perda do limiar auditivo observado no ouvido direito (OD1), por empresa.

Grau	W	F	Total
0	117	49	166
1 a 5	8	13	21
6 a 7	0	1	1
Total	125	63	188

Através da tabela 4.88 vê-se que houve semelhanças nas manifestações dos trabalhadores com respeito aos sintomas, em ambas as empresas. A frequência de respostas caminha pareada, isto é, havendo concentração em uma das categorias numa das empresas, ocorre, também, na outra. A única exceção aconteceu nas manifestações relativas ao sintoma fadiga mental (FM), em que na empresa F a categoria “Sim” se mostrou menor em relação a empresa W.

Tabela 4.87 – Distribuição dos graus de perda do limiar auditivo observado no ouvido esquerdo (OE1), por empresa.

Grau	W	F	Total
0	110	49	159
1 a 5	15	13	28
6 a 7	0	1	1
Total	125	63	188

Tabela 4.88 – Distribuição dos sintomas apresentados por empresa.

Sintoma	Empresa			
	W		F	
	Não	Sim	Não	Sim
Dor de Cabeça	41	84	17	46
Tontura	108	17	44	19
Dor de Ouvido	104	21	53	10
Dif. de Comunicação	101	24	49	14
Incômodo	66	59	41	22
Fadiga Física	47	78	24	39
Fadiga Mental	58	67	34	29
Ansiedade	48	77	32	31
Irritação	35	90	17	46
Insônia	75	50	39	24

#### **4.5. Avaliação da Análise de Correspondência Múltipla dos Sintomas Apresentados, de Acordo com as Medidas dos Níveis de Ruído Efetuadas nos Postos de Trabalho, no Ambiente Laboral e Segundo a Percepção Subjetiva do Trabalhador**

Após a análise exploratória bivariada para verificação da associação existente entre os diferentes sintomas com as medidas dos níveis de ruído e a percepção subjetiva do trabalhador com respeito ao ruído ambiental, busca-se nesse momento, verificar se as explorações anteriormente descobertas mantêm os mesmos perfis com a submissão dos dados à análise multivariada, desde que cada trabalhador em sua individualidade é um ser perceptivo ou não a um conjunto de sintomas, quando sujeito à exposição sonora no ambiente ocupacional.

Para tanto, utilizou-se o procedimento estatístico de Análise de Correspondência Múltipla, obtendo-se os percentuais de inércia simples e acumulada para cada uma das dimensões cujos valores, quando maiores que 70% de inércia acumulada, segundo Johnson e Wichern (1992) são considerados adequados quanto à robustez das associações evidenciadas entre as medidas dos níveis de ruído e os sintomas biológicos e psicossociais.

A seguir, mostrar-se-ã os resultados da análise efetuada entre os sintomas com:

- as medidas dos níveis de ruído realizadas nas proximidades dos ouvidos do trabalhador;
- as medidas dos níveis de ruído efetuadas no ambiente de trabalho; e,
- a percepção subjetiva do trabalhador em relação ao ruído ambiental.

##### **4.5.1. Resultados da Análise de Correspondência Múltipla Realizada para os Sintomas Biológicos**

###### **4.5.1.1. Resultados da análise de correspondência múltipla realizada entre os sintomas biológicos e as medidas dos níveis de ruído efetuadas no ouvido direito do trabalhador, no posto de trabalho.**

Na análise dos autovalores, observa-se que a primeira dimensão reúne maiores informações do que as posteriores. Pela tabela 4.89 nota-se que esta dimensão contribui com

29,02% da inércia total, e que com a inclusão da segunda e terceira dimensões a inércia cresce 21,01% e 20,24%, respectivamente, perfazendo um percentual acumulado de 70,28% da inércia total.

Tabela 4.89 – Autovalores do espaço fatorial, segundo a Análise de Correspondência Múltipla dos sintomas e níveis de ruído medidos nas proximidades do ouvido direito do trabalhador, no posto de trabalho.

Dimensão	Inércia	
	% isolada	% acumulada
Primeira	29,02	29,02
Segunda	21,02	50,04
Terceira	20,24	70,28

As figuras 4.1 e 4.2 mostram a distribuição de cada categoria de sintoma biológico no espaço fatorial bidimensional, em relação às categorias da variável nível de ruído medido no ouvido direito, considerada, nesse momento, como uma variável suplementar; enquanto a figura 4.3 mostra esta configuração num espaço fatorial tridimensional.

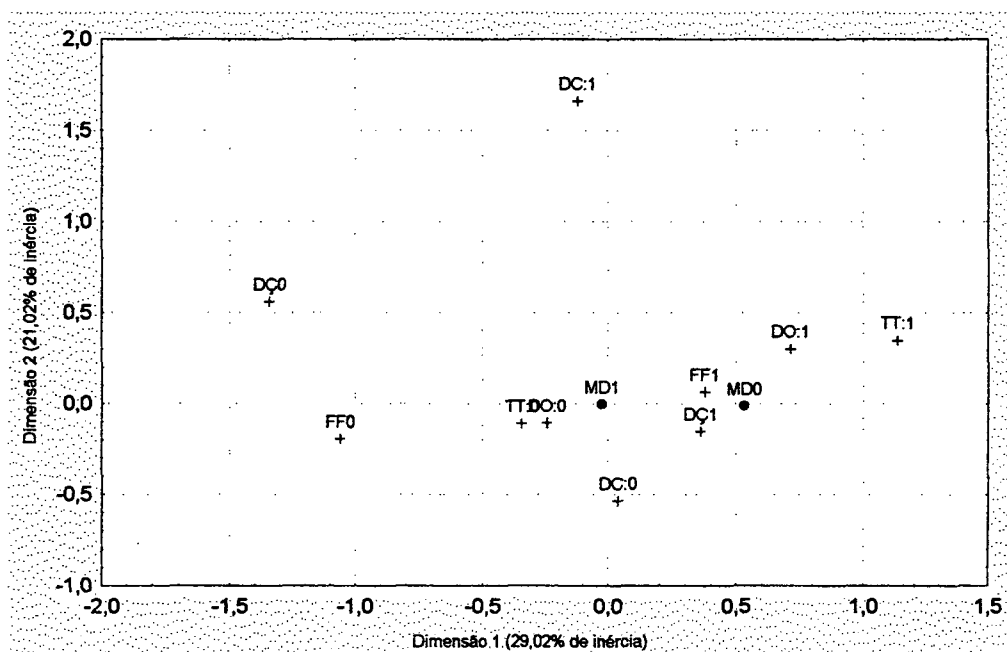


Figura 4.1 – Espaço fatorial dos sintomas biológicos em relação aos níveis de ruído próximos ao ouvido direito no posto de trabalho (dim. 1 e 2). Legenda: TT - tontura, DO - dor de ouvido, DC - dificuldade de comunicação; DÇ - dor de cabeça, FF - fadiga física e MD - nível de ruído.

A presença dos sintomas dor de ouvido, tontura, fadiga física e dor de cabeça, gravitam nas proximidades do nível de ruído adequado. A presença da variável ruído, na realidade, fornece informações a respeito da sua influência sobre o(s) sintoma(s) manifestado(s) pelo

trabalhador no ambiente de trabalho. As presenças mais relevantes de sintomas associados à variável suplementar são respectivamente, fadiga física e dor de cabeça, contudo, mesmo em níveis de ruído  $\leq 85\text{dB(A)}$ , existe, ainda, manifestação positiva de alguns sintomas.

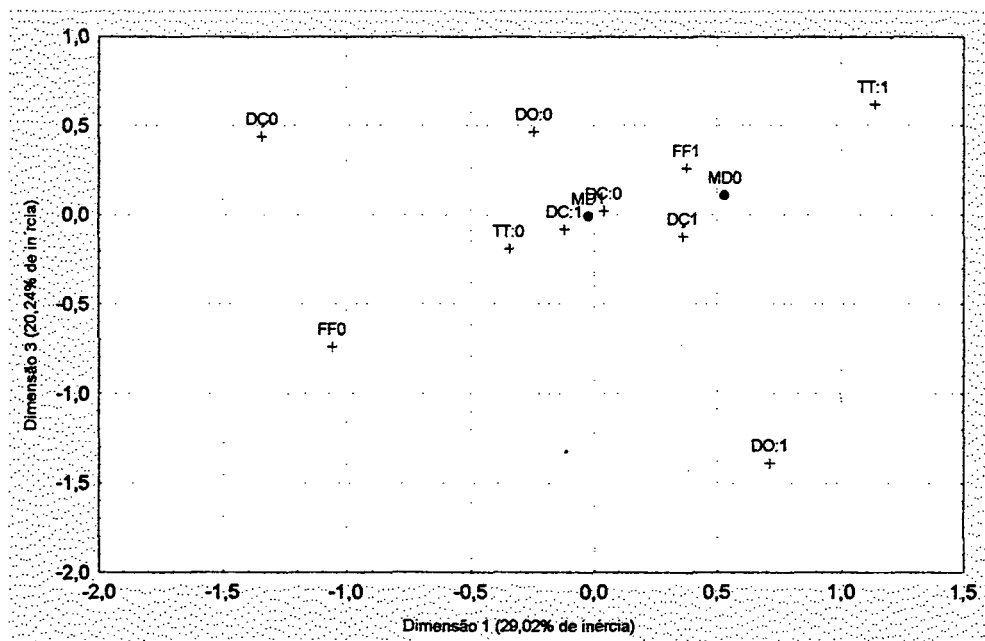


Figura 4.2 – Espaço fatorial dos sintomas biológicos em relação aos níveis de ruído próximos ao ouvido direito no posto de trabalho (dim. 1 e 3). Legenda: TT - tontura, DO - dor de ouvido, DC - dificuldade de comunicação; DÇ - dor de cabeça, FF - fadiga física e MD - nível de ruído.

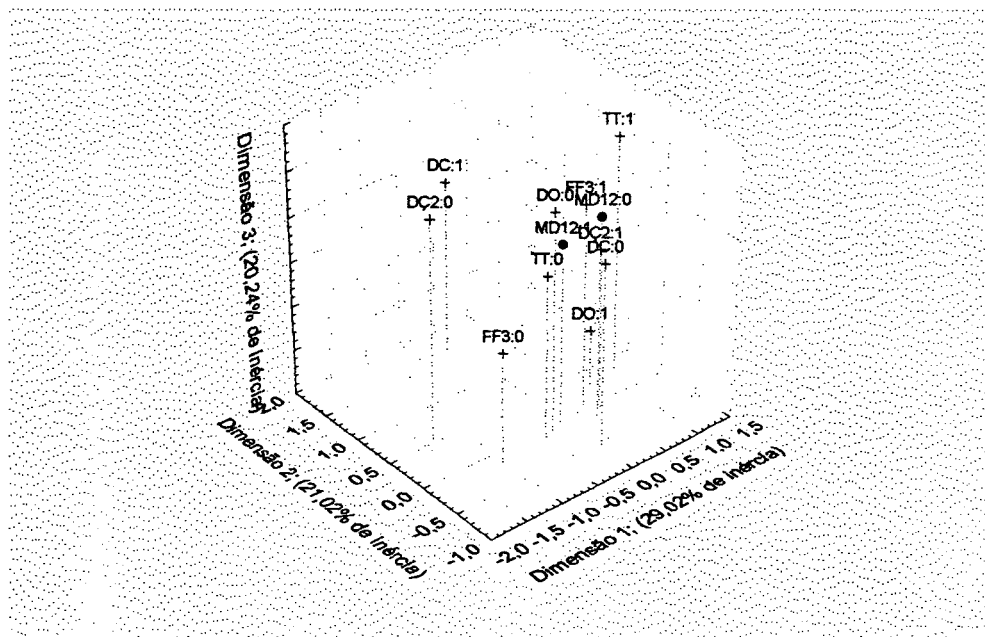


Figura 4.3 – Espaço fatorial tridimensional dos sintomas biológicos em relação aos níveis de ruído próximos ao ouvido direito, no posto de trabalho. Legenda: TT - tontura, DO - dor de ouvido, DC - dificuldade de comunicação; DÇ - dor de cabeça, FF - fadiga física e MD - nível de ruído.

Tabela 4.90 – Coordenadas dos sintomas e níveis de ruído no espaço fatorial, medidos no ouvido direito, segundo a Análise de Correspondência Múltipla.

Sintoma	Dimensão 1	Dimensão 2	Dimensão 3
Tontura (não)	-0,3436	-0,1066	-0,1878
Tontura (sim)	1,1352	0,3522	0,6207
Dor de Ouvido (não)	-0,2414	-0,1034	0,4677
Dor de Ouvido (sim)	0,7144	0,3061	-1,3844
Dif. de Comunicação (não)	0,0382	0,5315	0,0245
Dif. de Comunicação (sim)	-0,1195	1,6609	-0,0767
Dor de Cabeça (não)	-1,3426	0,5642	0,4422
Dor de Cabeça (sim)	0,3615	-0,1519	-0,1191
Fadiga Física (não)	-1,0580	-0,1926	-0,7372
Fadiga Física (sim)	0,3768	0,0686	0,2626
Nível de Ruído ( $\leq 85$ dB(A))	0,5319	-0,0097	0,1125
Nível de Ruído ( $> 85$ dB(A))	-0,0224	0,0004	-0,0047

Cada uma das dimensões mostradas na tabela 4.90 possui coordenadas com valores que as identificam nos espaços fatoriais, em relação a variável suplementar. Nota-se a evidência das polaridades das variáveis dor de cabeça e fadiga física sobre o plano fatorial.

4.5.1.2. Resultados da análise de correspondência múltipla realizada entre os sintomas biológicos e as medidas dos níveis de ruído efetuadas no ouvido esquerdo do trabalhador, no posto de trabalho.

Na tabulação dos autovalores, verifica-se que a primeira dimensão agrega maior quantidade de informações do que as outras duas. A tabela 4.91 indica que esta dimensão possui uma contribuição de 29,02% da inércia total, e que as outras duas contribuem, respectivamente, com 21,02% e 20,24%, resultando um valor acumulado de 70,28% de inércia total.

As figuras 4.4 e 4.5 mostram a distribuição para cada categoria de sintoma no espaço fatorial em relação às categorias da variável nível de ruído, medido no ouvido esquerdo do trabalhador; enquanto a figura 4.6 dá uma visão tridimensional no espaço fatorial das variáveis.

Tabela 4.91 – Autovalores do espaço fatorial segundo a Análise de Correspondência Múltipla dos sintomas e níveis de ruído medidos nas proximidades do ouvido esquerdo do trabalhador no posto de trabalho.

Dimensão	Inércia	
	% isolada	% acumulada
Primeira	29,02	29,02
Segunda	21,02	50,04
Terceira	20,24	70,28

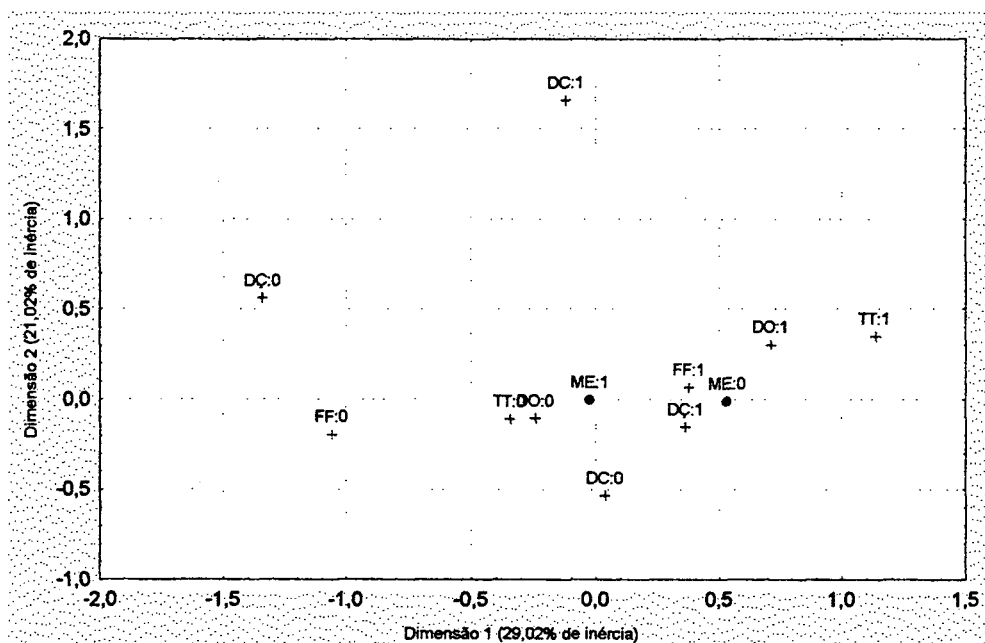


Figura 4.4 – Espaço fatorial dos sintomas biológicos em relação aos níveis de ruído próximos ao ouvido esquerdo (dim 1 e 2). Legenda: TT - tontura, DO - dor de ouvido, DC - dificuldade de comunicação, DÇ - dor de cabeça, FF - fadiga física e ME - nível de ruído.

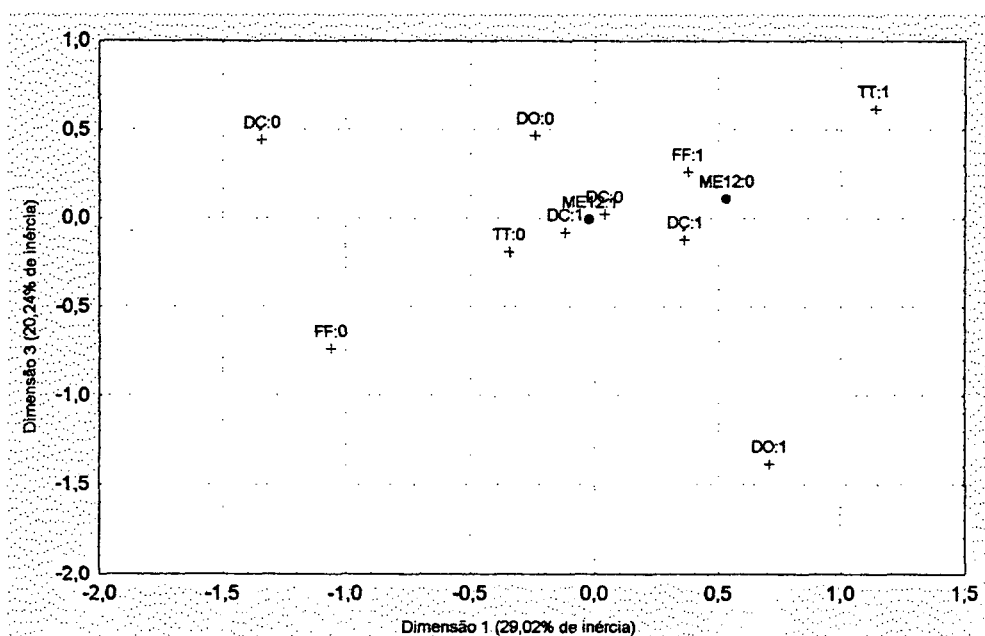


Figura 4.5 – Espaço fatorial dos sintomas biológicos em relação aos níveis de ruído próximos ao ouvido esquerdo (dim 1 e 3). Legenda: TT - tontura, DO - dor de ouvido, DC - dificuldade de comunicação, DÇ - dor de cabeça, FF - fadiga física e ME - nível de ruído.



A presença dos sintomas que gravitam nas proximidades da variável suplementar assemelha-se àquelas observadas na análise processada para o ouvido direito. As associações mais relevantes de sintomas são a presença de fadiga física e dor de cabeça.

Nas figuras 4.1, 4.4, 4.13 e 4.17, a nuvem de pontos representativos das variáveis sintomáticas, demonstram que algumas delas estão mais próximas do que outras às variáveis representativas do níveis de ruído ( $\leq 85$  e  $>85$ dB(A)). Observa-se, contudo, haver variáveis sintomáticas de manifestações positivas (dor de cabeça e fadiga física) nas proximidades da variável com nível de ruído menor ou igual a 85dB(A) (MD0), bem como (tontura e dificuldade de comunicação) nas proximidades da variável com nível de ruído acima de 85dB(A) (MD1).

Embora, a princípio, cause certa estranheza, existe coerência para o fenômeno, fundamentada no estudo da suscetibilidade do indivíduo, em que a intensidade do nível sonoro, o volume de incômodo produzido e a suscetibilidade do indivíduo são exemplos prováveis de que o ruído, como um agente estressor, provoca mudanças biológicas como afirmado por Miller, 1974, e Smith, 1991.

A suscetibilidade individual possui componentes afetivos de agrado ou desagrado, daí a importância biológica e/ou psicológica em relação às influências marcantes sobre o organismo e/ou comportamento do trabalhador.

Tabela 4.92 – Coordenadas dos sintomas e dos níveis de ruído no espaço fatorial segundo a Análise de Correspondência Múltipla.

Sintoma	Dimensão 1	Dimensão 2	Dimensão 3
Tontura (não)	-0,3436	-0,1066	-0,1868
Tontura (sim)	1,1352	0,3522	0,6207
Dor de Ouvido (não)	-0,2414	-0,1034	0,4677
Dor de Ouvido (sim)	0,7144	0,3061	-1,3844
Dif. de Comunicação (não)	0,0382	-0,5315	0,0245
Dif. de Comunicação (sim)	-0,1195	1,6609	-0,0769
Dor de Cabeça (não)	-1,3426	0,5642	0,4422
Dor de Cabeça (sim)	0,3615	-0,1519	-0,1191
Fadiga Física (não)	-1,0580	-0,1925	-0,7372
Fadiga Física (sim)	0,3768	0,0686	0,2626
Nível de Ruído ( $\leq 85$ dB(A))	0,5319	-0,0097	0,1125
Nível de Ruído ( $>85$ dB(A))	-0,0224	0,0004	-0,0047

O resultado da análise mostra, portanto, que mesmo em ambientes com níveis de ruído menor ou igual a 85dB(A), existem trabalhadores suscetíveis aos sintomas dor de cabeça, fadiga física, ansiedade e irritação.

A tabela 4.92 mostra as coordenadas de cada sintoma para cada dimensão.

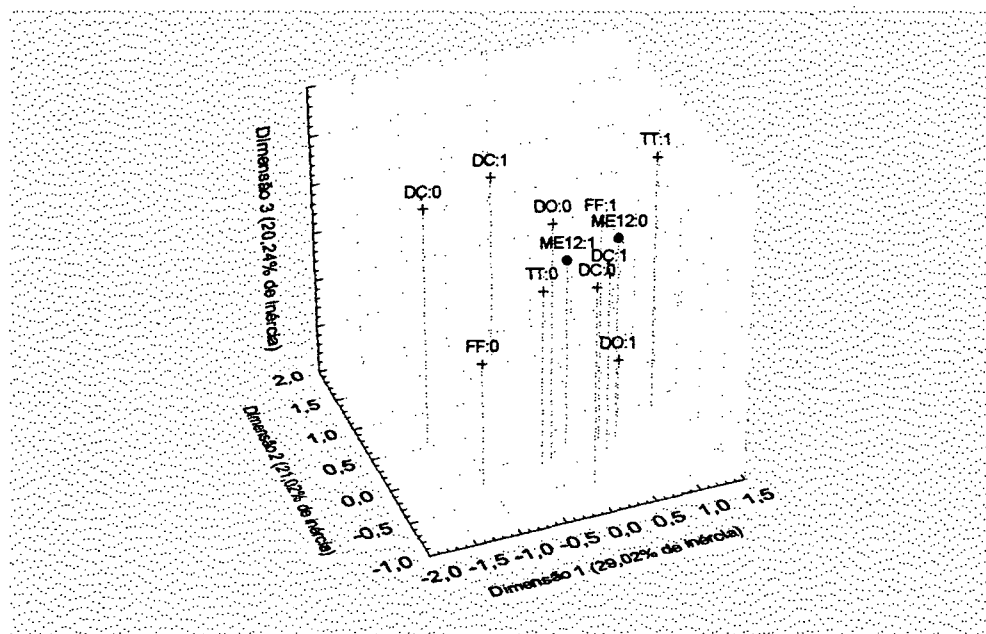


Figura 4.6 – Espaço fatorial tridimensional dos sintomas biológicos em relação aos níveis de ruído próximos ao ouvido esquerdo. Legenda: TT - tontura, DO - dor de ouvido, DC - dificuldade de comunicação, DC - dor de cabeça, FF - fadiga física e ME - nível de ruído.

Percebe-se pela tabela 4.92, a presença de quatro sintomas (tontura, dor de ouvido, dor de cabeça e fadiga física) na primeira dimensão, que se distinguem dos demais pelo valor de suas coordenadas. Na segunda e terceira, destaca-se, a presença dos sintomas dificuldade de comunicação, e dor de ouvido, respectivamente.

#### 4.5.1.3. Resultados da análise de correspondência múltipla realizada entre os sintomas biológicos e as medidas dos níveis de ruído efetuados no ambiente de trabalho

Consultando a tabela 4.93 de autovalores, observa-se que as maiores informações estão reunidas em torno da primeira dimensão, com uma contribuição de 33,71% da inércia total. As duas outras contribuem, individualmente, com 19,86% e 17,32%, de modo que o percentual acumulado atinge 70,9%%, considerado satisfatório.

Tabela 4.93 – Autovalores do espaço fatorial segundo a Análise de Correspondência Múltipla dos sintomas e dos níveis de ruído medidos nas proximidades do ouvido esquerdo do trabalhador, no posto de trabalho.

Dimensão	Inércia	
	% isolada	% acumulada
Primeira	33,71	33,71
Segunda	19,86	53,57
Terceira	17,32	70,9

As figuras 4.7 e 4.8 representam a distribuição de cada categoria de sintoma no espaço fatorial em relação às variáveis suplementares. A figura 4.9, por sua vez, mostra a configuração num espaço fatorial tridimensional dos sintomas em relação às categorias de níveis de ruído do ambiente ocupacional.

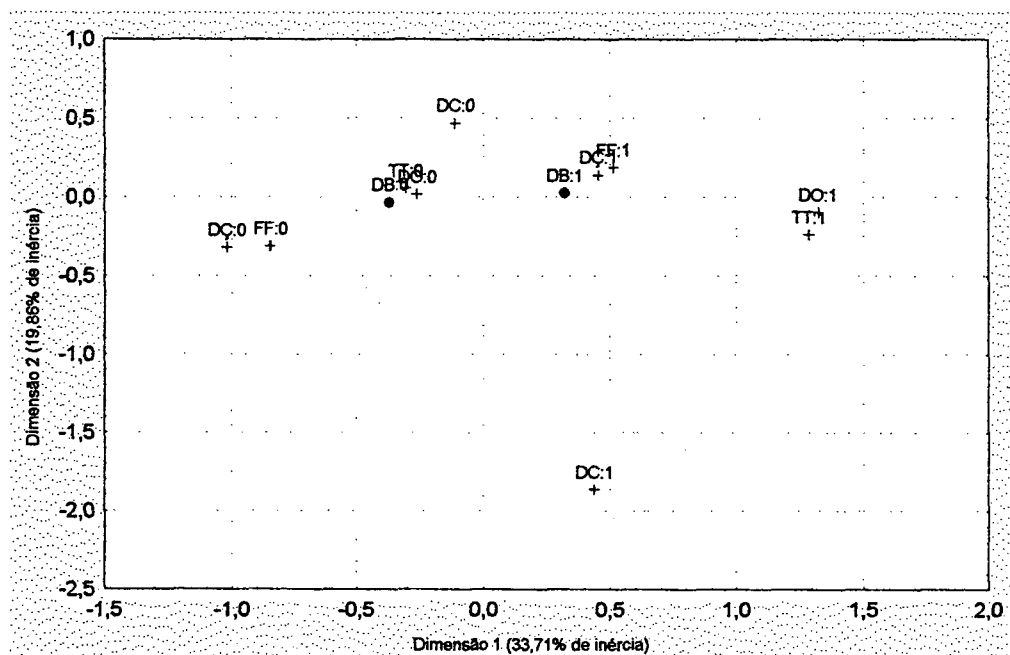


Figura 4.7 – Espaço fatorial dos sintomas biológicos em relação aos níveis de ruído medidos no ambiente ocupacional (dim 1 e 2). Legenda: TT - tontura, DO - dor de ouvido, DC - dificuldade de comunicação, DC - dor de cabeça, FF - fadiga física e DB - nível de ruído.

As variáveis representativas dos sintomas circundam as suplementares mantendo um padrão de coordenadas. Todavia, é notável a presença de algumas variáveis sintomáticas mais aproximadas do que outras às categorias do nível de ruído correspondente, indicando, assim, um melhor nível de associação. As presenças mais relevantes estão relacionadas aos sintomas dor de cabeça, e fadiga física para a categoria de nível de ruído acima de 85dB(A).

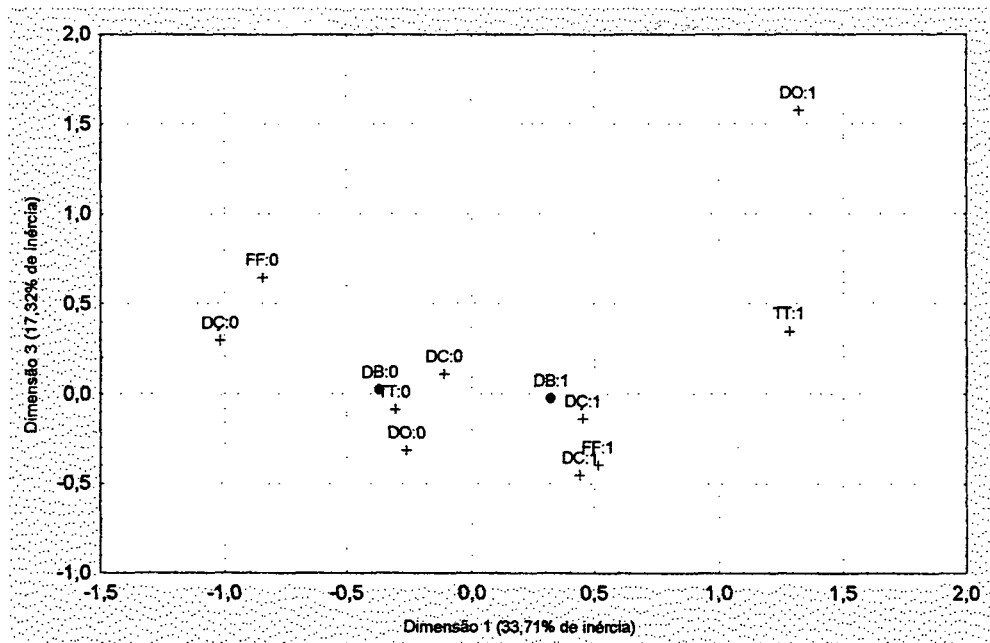


Figura 4.8 – Espaço fatorial dos sintomas biológicos em relação aos níveis de ruído medidos no ambiente ocupacional (dim 1 e 3). Legenda: TT - tontura, DO - dor de ouvido, DC – dificuldade de comunicação, DÇ - dor de cabeça, FF - fadiga física e DB - nível de ruído.

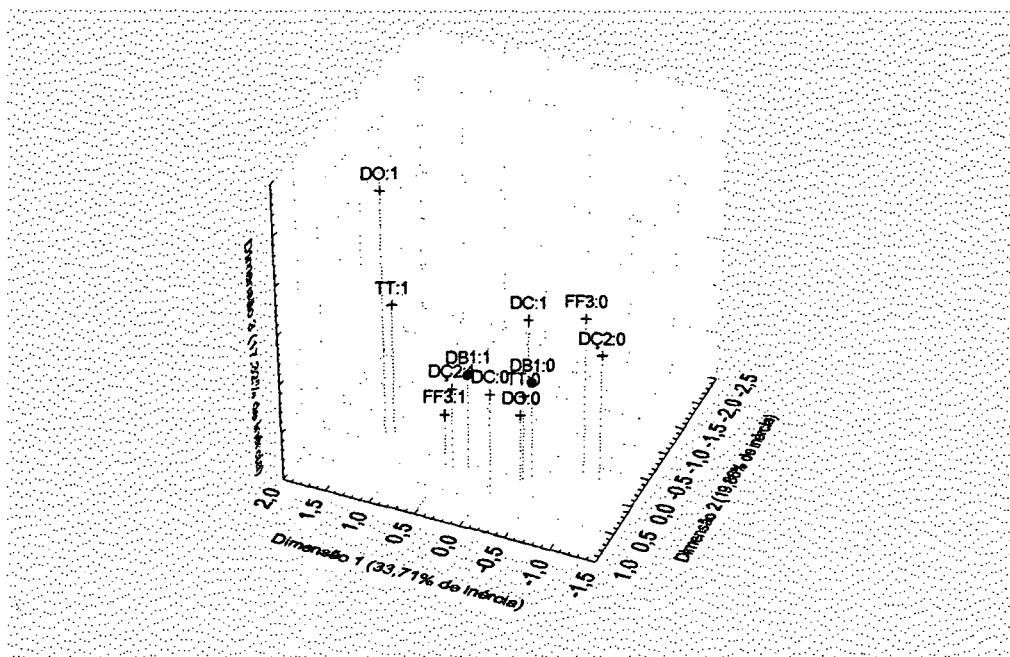


Figura 4.9 – Espaço fatorial tridimensional dos sintomas biológicos em relação aos níveis de ruído medidos no ambiente ocupacional. Legenda: TT - tontura, DO - dor de ouvido, DC – dificuldade de comunicação, DÇ - dor de cabeça, FF - fadiga física e DB - nível de ruído.

As coordenadas do espaço fatorial, representativas de cada dimensão, são mostradas na tabela 4.94.

A tabela 4.94 mostra que cada dimensão possui uma ou mais coordenadas cujos valores identificam suas posições nos espaços fatoriais acima representados. Na primeira dimensão,

por exemplo, pode-se observar que os sintomas tontura e dor de ouvido estão em posições afastadas dos sintomas dor de cabeça e fadiga física.

Tabela 4.94 – Coordenadas dos sintomas biológicos e níveis de ruído no espaço fatorial, segundo a Análise de Correspondência Múltipla.

Sintoma	Dimensão 1	Dimensão 2	Dimensão 3
Tontura (não)	-0,3051	0,0556	-0,0829
Tontura (sim)	1,2883	-0,2347	0,3502
Dor de Ouvido (não)	-0,2616	0,0185	-0,3113
Dor de Ouvido (sim)	1,3247	-0,0939	1,5768
Dif. de Comunicação (não)	-0,1115	0,4709	0,1145
Dif. de Comunicação (sim)	0,4400	-1,8587	0,4521
Dor de Cabeça (não)	-1,0181	-0,3180	0,3008
Dor de Cabeça (sim)	0,4542	0,1419	-0,1342
Fadiga Física (não)	-0,8462	-0,3095	0,6470
Fadiga Física (sim)	0,5135	0,1878	-0,3926
Nível de Ruído ( $\leq 85$ dB(A))	-0,3675	-0,0317	0,0241
Nível de Ruído ( $> 85$ dB(A))	0,3234	0,0279	-0,0212

4.5.1.4. Resultados da análise de correspondência múltipla realizada entre os sintomas biológicos e a percepção do trabalhador quanto ao ruído existente no ambiente ocupacional.

Observando os autovalores contidos na tabela 4.95, nota-se que a primeira dimensão encerra maiores informações a respeito da inércia, contribuindo com um percentual de 33,71%, enquanto as dimensões posteriores contribuem, respectivamente, com 19,86% e 17,32%, tendo, portanto, um percentual acumulado de inércia de 70,9%.

Tabela 4.95 – Autovalores do espaço fatorial segundo a Análise de Correspondência Múltipla dos sintomas e percepção do trabalhador ao ruído ambiental.

Dimensão	Inércia	
	% isolada	% acumulada
Primeira	33,71	33,71
Segunda	19,86	53,58
Terceira	17,32	70,9

As figuras 4.10 e 4.11 representam a distribuição, no espaço fatorial, de cada categoria de sintomas em relação à variável percepção do trabalhador, enquanto a figura 4.12 exibe a configuração tridimensional dos sintomas no espaço fatorial.

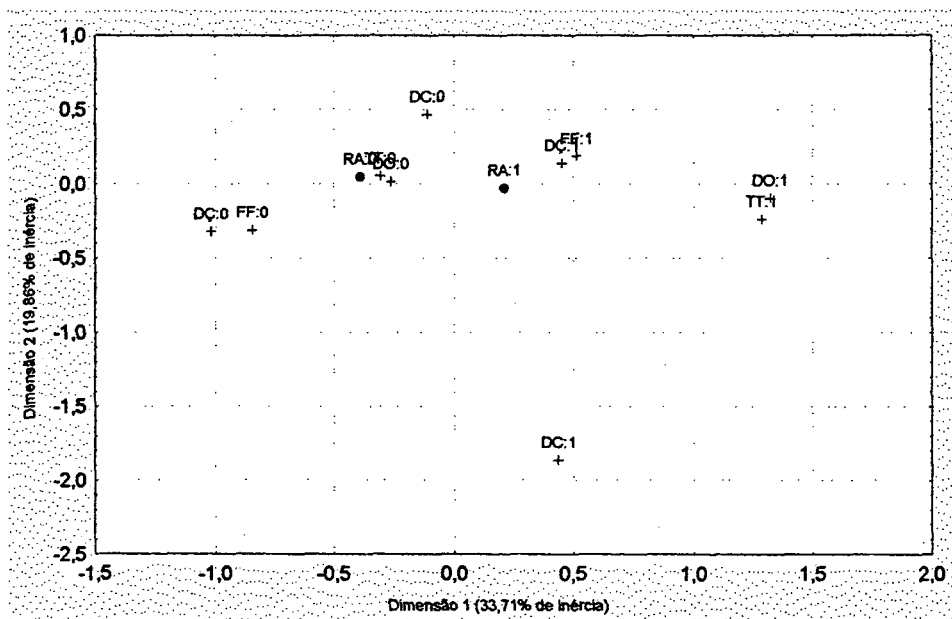


Figura 4.10 – Espaço fatorial dos sintomas biológicos em relação a percepção do trabalhador no ambiente ocupacional (dim 1 e 2). Legenda: TT - tontura, DO - dor de ouvido, DC - dificuldade de comunicação, DÇ - dor de cabeça, FF - fadiga física e RA - percepção do ruído.

Pode-se ver novamente que os sintomas dor de cabeça e fadiga física se mantêm presentes nas proximidades da variável suplementar, demonstrando, assim, predominância sobre o organismo do trabalhador.

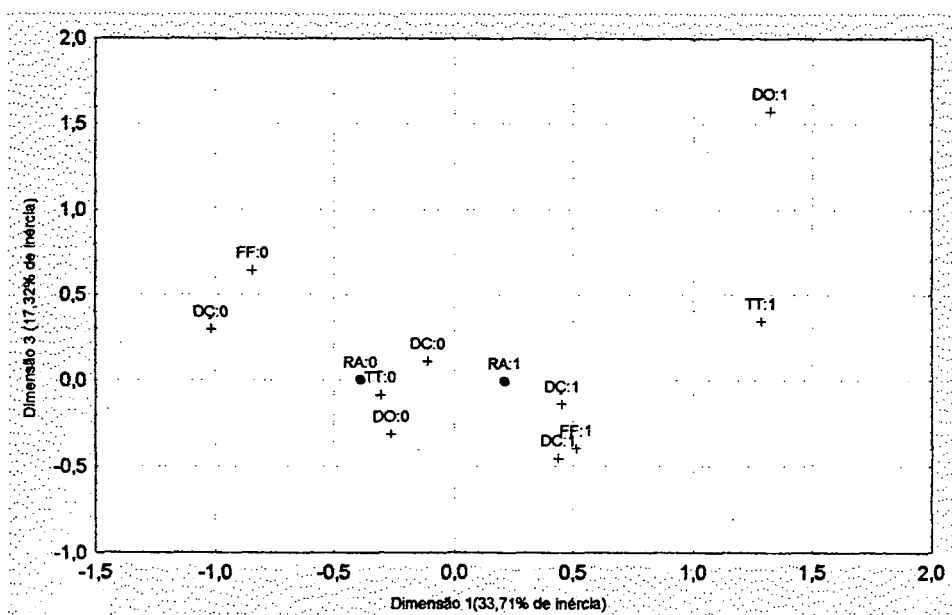


Figura 4.11 – Espaço fatorial dos sintomas biológicos em relação a percepção do trabalhador no ambiente ocupacional. Legenda: TT - tontura, DO - dor de ouvido, DC - dificuldade de comunicação, DÇ - dor de cabeça, FF - fadiga física e RA - percepção do ruído.

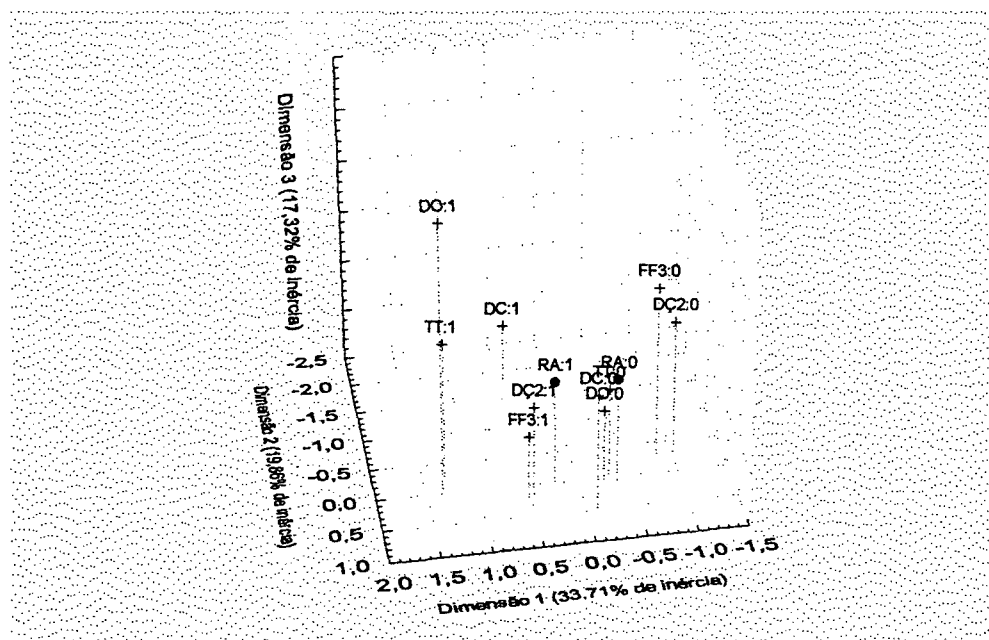


Figura 4.12 – Espaço fatorial tridimensional dos sintomas biológicos em relação à percepção do trabalhador no ambiente ocupacional. Legenda: TT - tontura, DO - dor de ouvido, DC – dificuldade de comunicação, DÇ - dor de cabeça, FF - fadiga física e RA - percepção do ruído.

As coordenadas de cada dimensão das variáveis no espaço fatorial são representadas na tabela 4.96, cujas informações mostram as variáveis com presenças mais relevantes.

Tabela 4.96 – Coordenadas dos sintomas e níveis de ruído no espaço fatorial segundo a Análise de Correspondência Múltipla.

Sintoma	Dimensão 1	Dimensão 2	Dimensão 3
Tontura (não)	-0,3051	0,0556	-0,0829
Tontura (sim)	1,2883	-0,3247	0,3502
Dor de Ouvido (não)	-0,2616	0,0185	-0,3113
Dor de Ouvido (sim)	1,3247	-0,0938	1,5768
Dif. de Comunicação (não)	-0,1115	0,4708	0,1145
Dif. de Comunicação (sim)	0,4400	-1,8587	-0,4521
Dor de Cabeça (não)	-1,0181	-0,3180	0,3009
Dor de Cabeça (sim)	0,4542	0,1419	-0,1342
Fadiga Física (não)	-0,8462	-0,3095	0,6470
Fadiga Física (sim)	0,5135	0,1878	-0,3926
Nível de Ruído ( $\leq 85\text{dB(A)}$ )	-0,3864	0,0506	0,0050
Nível de Ruído ( $> 85\text{dB(A)}$ )	0,2139	-0,0280	-0,0028

As coordenadas de maior valor quantitativo na primeira dimensão são para os sintomas tontura, dor de ouvido, dor de cabeça e fadiga física que, facilmente observáveis através das

figuras anteriores. Nota-se, contudo a presença relevante dos sintomas dor de cabeça e fadiga física nas proximidades da variável percepção adequada.

#### 4.5.2. Resultados da Análise de Correspondência Realizada para os Sintomas Psicossociais

##### 4.5.2.1. Resultados da análise de correspondência múltipla realizada entre os sintomas psicossociais e as medidas dos níveis de ruído efetuadas no ouvido direito do trabalhador no posto de trabalho

Da tabela 4.97 dos autovalores, a dimensão que reúne maior percentual de inércia é a primeira, com um valor de 41,11%, enquanto a segunda e terceira participam com 21,22% e 15,37%, de modo que a participação acumulada é de 77,69% da inércia total.

Tabela 4.97 – Autovalores do espaço fatorial, segundo a Análise de Correspondência Múltipla dos sintomas e níveis de ruído nas proximidades do ouvido direito do trabalhador, no posto de trabalho.

Dimensão	Inércia	
	% isolada	% acumulada
Primeira	41,11	41,11
Segunda	21,22	62,33
Terceira	15,39	72,70

A distribuição em cada categoria de sintoma no espaço fatorial, em relação às categorias da variável nível de ruído (suplementar), são mostradas nas figuras 4.13, 4.14 e 4.15, enquanto a figura 4.16, mostra a distribuição, num espaço fatorial tridimensional.

Pelas figuras representadas, vê-se a presença dos sintomas irritação e ansiedade a circundar nas mediações da variável suplementar, demonstrando, assim, suas relevâncias sobre o comportamento do trabalhador no desempenho de suas atividades laborais. A dispersão mostrada pela figura 4.15 deixa bem visível a presença dos sintomas em volta da variável suplementar, nível de ruído.



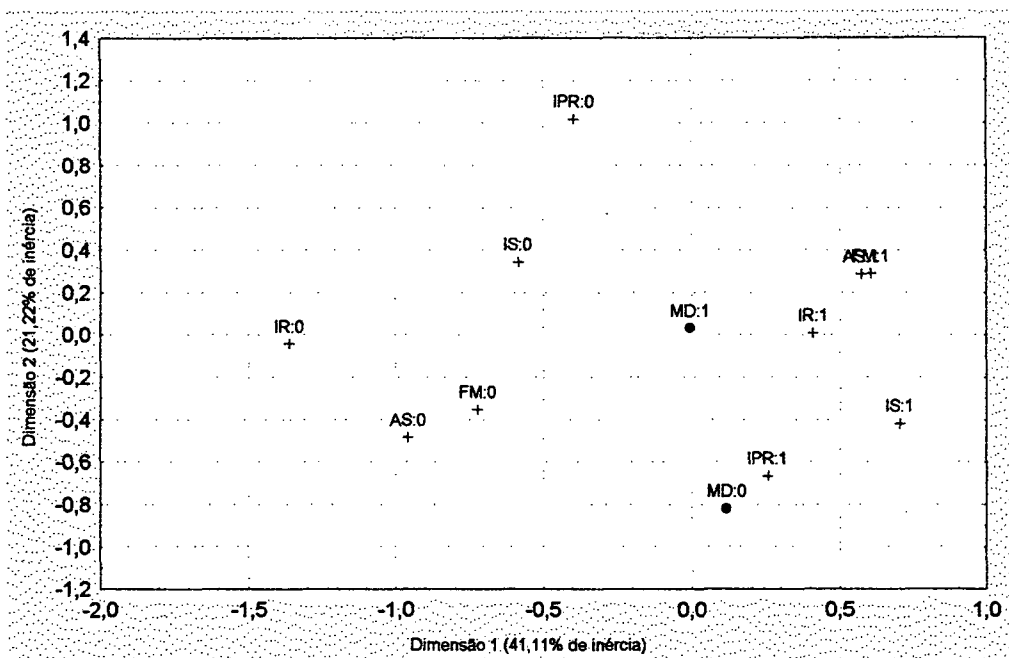


Figura 4.13 – Espaço fatorial bidimensional dos sintomas psicossociais em relação aos níveis de ruído próximos ao ouvido direito de trabalhador, no posto de trabalho (dim 1 e 2). Legenda: IPR - incômodo por ruído, FM - fadiga mental, AS - ansiedade, IR - irritação, IS-insônia. MD - nível de ruído

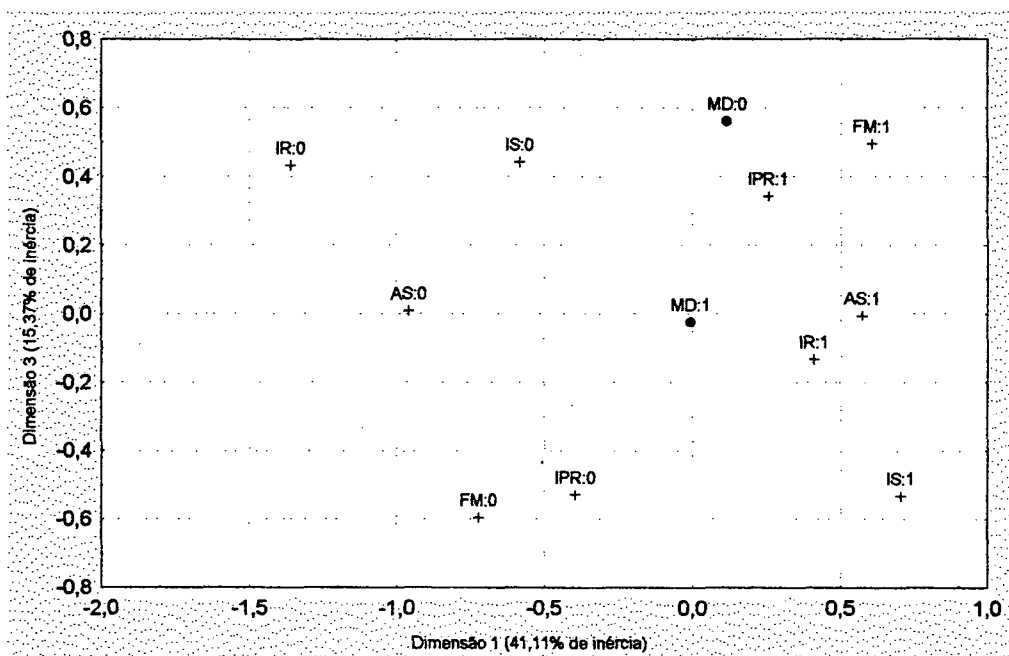


Figura 4.14 – Espaço fatorial bidimensional dos sintomas psicossociais em relação aos níveis de ruído próximos ao ouvido direito de trabalhador, no posto de trabalho (dim 1 e 3). Legenda: IPR – incômodo por ruído, FM - fadiga mental, AS - ansiedade, IR - irritação, IS - insônia. MD-nível de ruído.

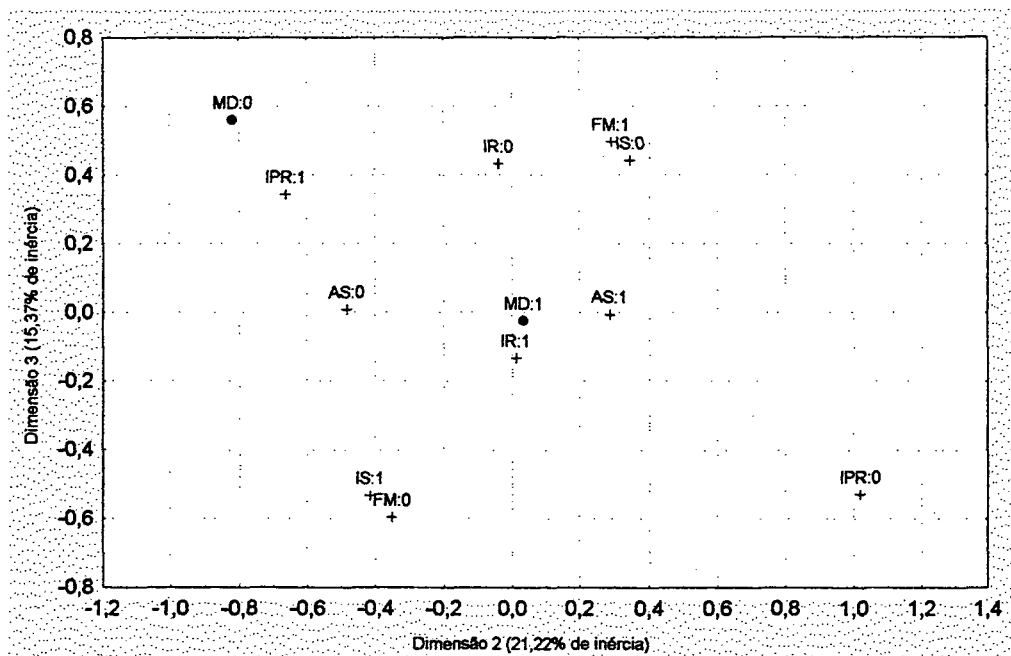


Figura 4.15 Espaço fatorial bidimensional dos sintomas psicossociais em relação aos níveis de ruído próximos ao ouvido direito de trabalhador no posto de trabalho (dim 2 e 3). Legenda: IPR - incômodo por ruído, FM - fadiga mental, AS - ansiedade, IR - irritação, IS - insônia. MD-nível de ruído.

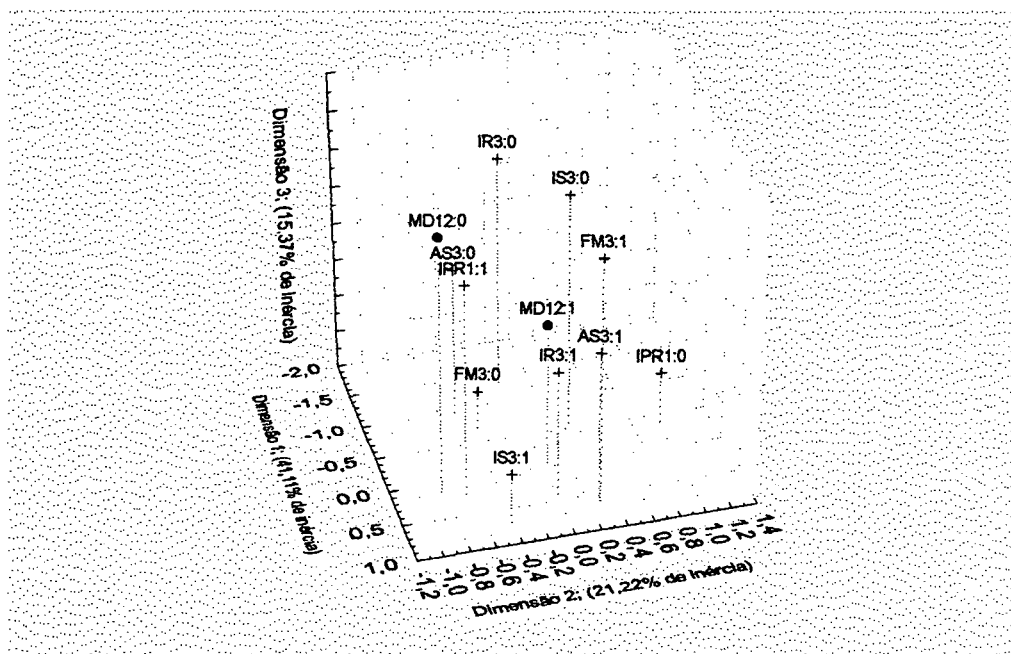


Figura 4.16 – Espaço fatorial tridimensional dos sintomas psicossociais em relação aos níveis de ruído próximos ao ouvido direito de trabalhador, no posto de trabalho. Legenda: IPR - incômodo por ruído, FM - fadiga mental, AS - ansiedade, IR - irritação, IS - insônia. MD-nível de ruído.

As coordenadas dos sintomas no espaço fatorial são mostradas na tabela 4.98 para cada uma das dimensões.

Tabela 4.98 – Coordenadas dos sintomas e dos níveis de ruído no espaço fatorial segundo a Análise de Correspondência Múltipla.

Sintoma	Dimensão 1	Dimensão 2	Dimensão 3
Incômodo (não)	-0,3943	1,0195	-0,5282
Incômodo (sim)	0,2563	-0,6627	0,3433
Fadiga Mental (não)	-0,7239	-0,3508	-0,5943
Fadiga Mental (sim)	0,6032	0,2923	0,4953
Ansiedade (não)	-0,9586	-0,4817	0,0087
Ansiedade (sim)	0,5721	0,2875	-0,0052
Irritação (não)	-1,3607	-0,0400	0,4330
Irritação (sim)	0,4118	0,01212	-0,1310
Insônia (não)	-0,5839	0,3459	0,4433
Insônia (sim)	0,7007	-0,4152	-0,5319
Nível de Ruído ( $\leq 85$ dB(A))	0,1165	-0,8174	0,5607
Nível de Ruído ( $> 85$ dB(A))	-0,0049	0,0344	-0,0236

Nota-se o destaque maior das coordenadas dos sintomas ansiedade e irritação que se polarizam muito mais nas proximidades da variável representativa do nível de ruído, como observadas nos planos fatoriais acima exibidos.

4.5.2.2. Resultados da análise de correspondência múltipla realizada entre os sintomas psicossociais e os níveis de ruído nas proximidades do ouvido esquerdo do trabalhador, no posto de trabalho.

Pela tabulação dos autovalores exibidos na tabela 4.99, nota-se que a primeira dimensão tem uma taxa de contribuição de 41,11% da inércia total, e com a inclusão das duas dimensões outras, há um acréscimo no percentual de inércia de 36,59%, acumulando portanto, um percentual de 77,70% da inércia total.

As figuras 4.17 e 4.18 mostram a distribuição no espaço fatorial para cada categoria de sintomas em relação às categorias da variável nível de ruído nas proximidades do ouvido esquerdo do trabalhador, enquanto a figura 4.19 exhibe a distribuição dos sintomas numa configuração tridimensional.

Tabela 4.99 – Autovalores do espaço fatorial segundo a Análise de Correspondência Múltipla dos sintomas e dos níveis de ruído nas proximidades do ouvido esquerdo do trabalhador, no posto de trabalho.

Dimensão 1	Inércia	
	% isolada	% acumulada
Primeira	41,11	41,11
Segunda	21,22	62,33
Terceira	15,37	77,70

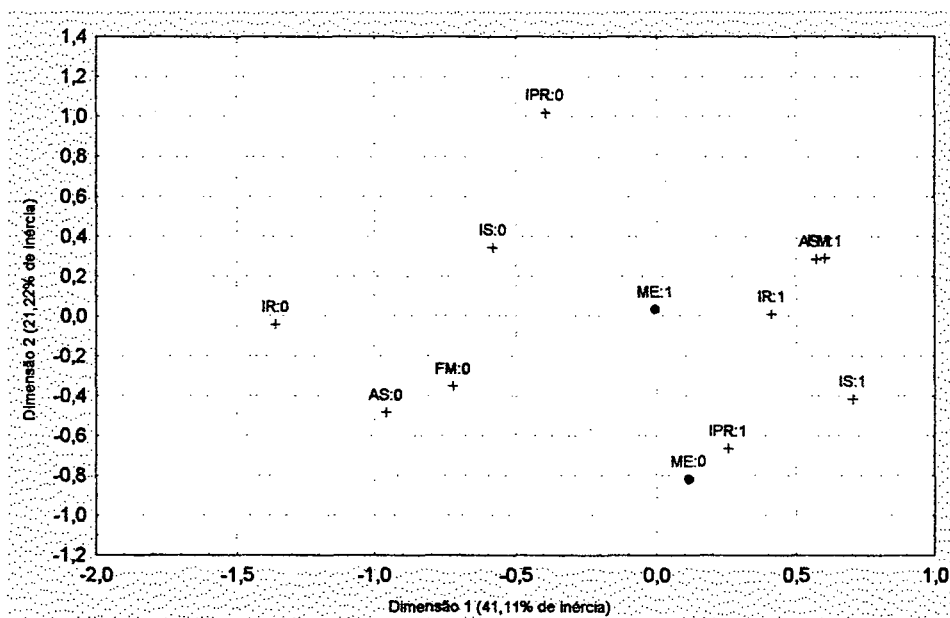


Figura 4.17 – Espaço fatorial bidimensional dos sintomas psicossociais em relação aos níveis de ruído próximo ao ouvido esquerdo de trabalhador, no posto de trabalho (dim 1 e 2). Legenda: IPR - incômodo por ruído, FM - fadiga mental, AS - ansiedade, IR - irritação, IS - insônia, ME - nível de ruído.

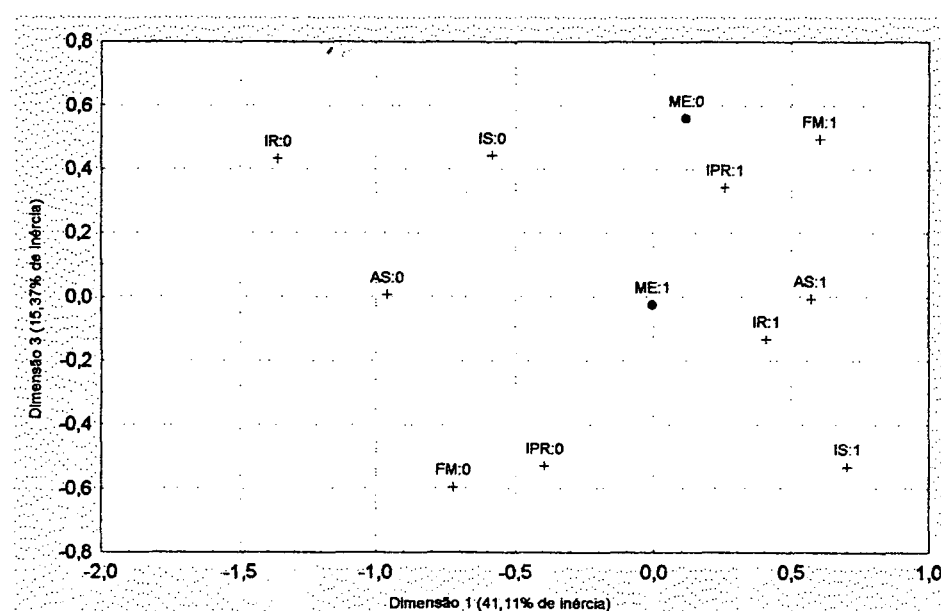


Figura 4.18 – Espaço fatorial bidimensional dos sintomas psicossociais em relação aos níveis de ruído próximos ao ouvido esquerdo de trabalhador, no posto de trabalho (dim 1 e 3). Legenda: IPR - incômodo por ruído, FM - fadiga mental, AS - ansiedade, IR - irritação, IS - insônia, ME - nível de ruído.

Os sintomas ansiedade e irritação são os que circundam mais próximos da variável nível de ruído, demonstrando, assim, suas relevâncias sobre o comportamento do trabalhador enquanto no ambiente de trabalho. A dispersão dos sintomas deixa visível a existência de uma polarização dos sintomas em lados distintos.

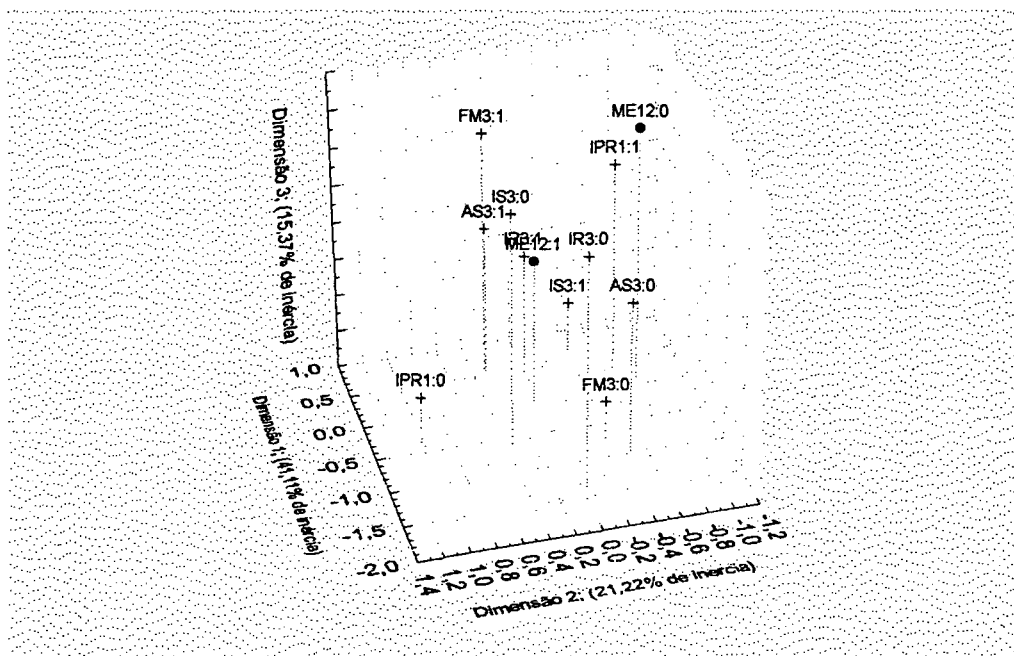


Figura 4.19 – Espaço fatorial tridimensional dos sintomas psicossociais em relação aos níveis de ruído próximo ao ouvido direito de trabalhador, no posto de trabalho. Legenda: IPR - incômodo por ruído, FM - fadiga mental, AS - ansiedade, IR - irritação, IS - insônia. ME - nível de ruído.

Tabela 4.100 - Coordenadas dos sintomas e dos níveis de ruído no espaço fatorial, segundo a Análise de Correspondência Múltipla.

Sintoma	Dimensão 1	Dimensão 2	Dimensão 3
Incômodo (não)	-0,3943	1,0165	-0,5282
Incômodo (sim)	0,2563	-0,6627	0,3433
Fadiga Mental (não)	-0,7239	-0,3508	-0,5943
Fadiga Mental (sim)	0,6032	0,2924	0,4953
Ansiedade (não)	-0,9587	-0,4817	0,0087
Ansiedade (sim)	0,5720	0,2875	-0,0052
Irritação (não)	-1,3607	-0,0400	0,4330
Irritação (sim)	0,4118	0,0121	-0,1310
Insônia (não)	-0,5839	0,3459	0,4433
Insônia (sim)	0,7007	-0,4151	-0,5319
Nível de Ruído ( $\leq 85\text{dB(A)}$ )	0,1165	-0,8174	0,5607
Nível de Ruído ( $> 85\text{dB(A)}$ )	-0,0049	0,0344	-0,0236

Os sintomas ansiedade e irritação identificam-se dentro da primeira dimensão como aqueles que possuem as maiores coordenadas, cuja polarização nas proximidades da variável suplementar é visível em observação as figuras acima exibidas.

#### 4.5.2.3. Resultados da análise de correspondência múltipla realizada entre os sintomas psicossociais e os níveis de ruído efetuadas no ambiente de trabalho

Pelos autovalores mostrados na tabela 4.101, verifica-se que as maiores informações sobre a robustez da análise, isto é, da inércia total, estão reunidas em torno da primeira dimensão, cujo percentual de contribuição é de 43,77%. A segunda e terceira dimensões, por sua vez, contribuem individualmente com percentuais de 18,85% e 16,37%, respectivamente, perfazendo um acúmulo de 78,99% da inércia total.

Tabela 4.101 - Autovalores do espaço fatorial, segundo a Análise de Correspondência Múltipla dos sintomas e dos níveis de ruído, medidos no ambiente de trabalho.

Dimensão	Inércia	
	% isolada	% acumulada
Primeira	43,77	43,77
Segunda	18,85	62,62
Terceira	16,37	78,99

A distribuição das categorias de sintomas no espaço fatorial bidimensional em relação às categorias dos níveis de ruído é mostrada pelas figuras 4.20 e 4.21, enquanto a distribuição no espaço fatorial tridimensional é vista na figura 4.22. Pode-se observar que cada plano exhibe a dispersão dos sintomas em torno da variável suplementar, representativa dos níveis de ruído, de modo que as polarizações, em cada caso, ficam bem caracterizadas.

As variáveis dos sintomas em cada plano exibido circundam as variáveis representativas dos níveis de ruído, de modo que se podem perceber as polarizações mais acentuadas. Para este caso, nota-se a polarização dos sintomas ansiedade e irritação em torno da variável nível de ruído >85dB(A).

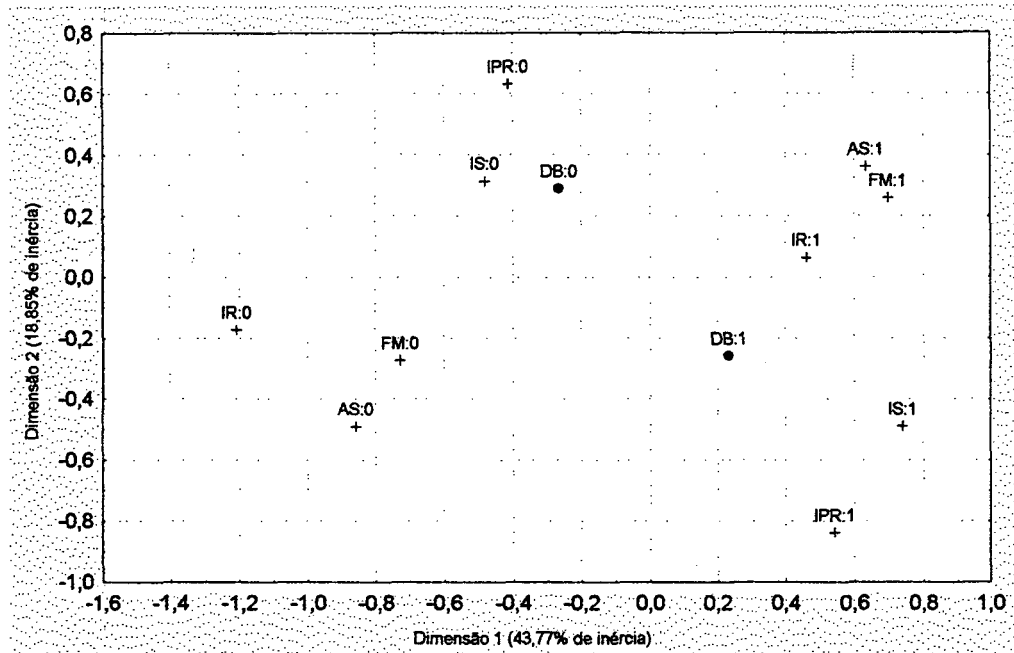


Figura 4.20 – Espaço fatorial bidimensional dos sintomas psicossociais em relação aos níveis de ruído medidos no ambiente de trabalho. Legenda: IPR - incômodo por ruído, FM - fadiga mental, AS - ansiedade, IR - irritação, IS - insônia. DB - nível de ruído.

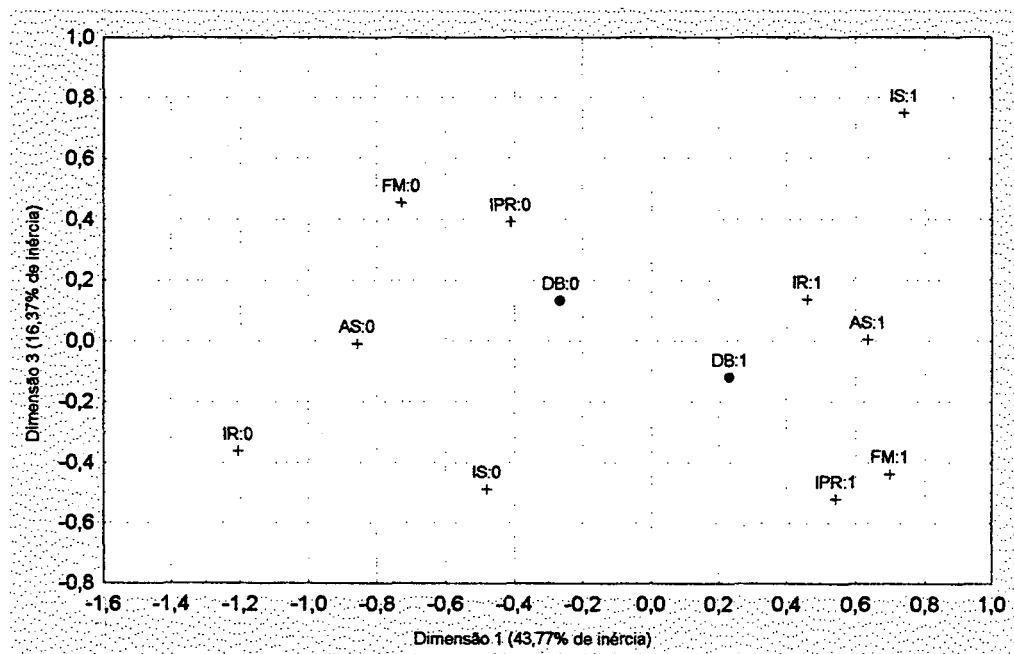


Figura 4.21 – Espaço fatorial bidimensional dos sintomas psicossociais em relação aos níveis de ruído medidos no ambiente de trabalho. Legenda: IPR - incômodo por ruído, FM - fadiga mental, AS - ansiedade, IR - irritação, IS - insônia. DB - nível de ruído.

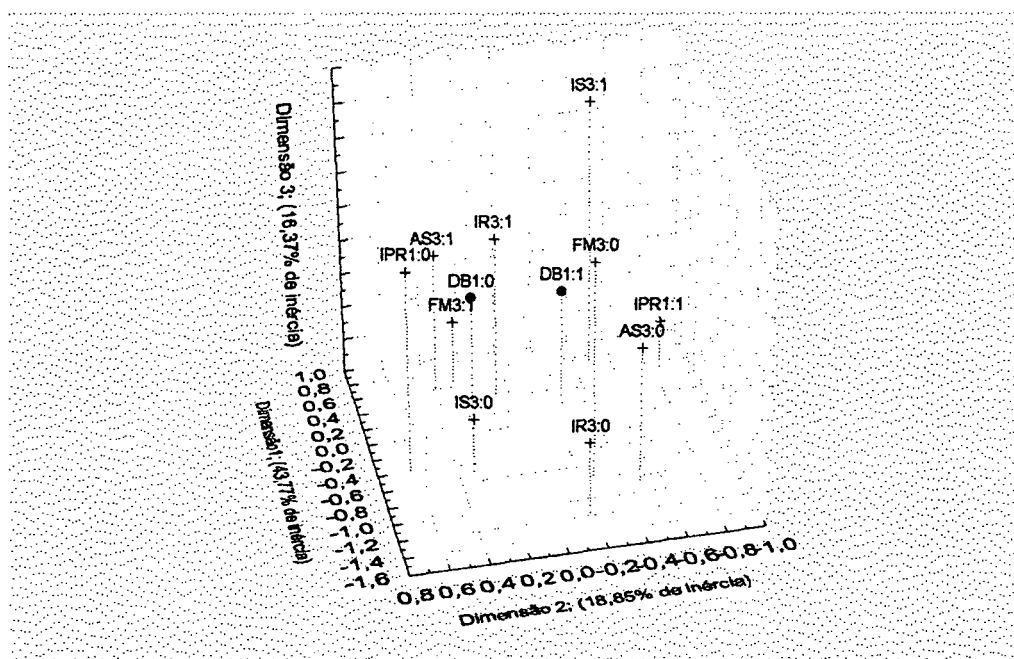


Figura 4.22 – Espaço fatorial tridimensional dos sintomas psicossociais em relação aos níveis de ruído medidos no ambiente de trabalho. Legenda: IPR - incômodo por ruído, FM - fadiga mental, AS - ansiedade, IR - irritação, IS - insônia. DB - nível de ruído.

As coordenadas por dimensão, mostradas na tabela 4.102, definem a posição de cada categoria de variável no espaço fatorial, tendo-se, desse modo, uma visão da dispersão destas em torno da variável suplementar.

Tabela 4.102 - Coordenadas dos sintomas psicossociais e dos níveis de ruído no espaço fatorial, segundo Análise de Correspondência Múltipla.

Sintoma	Dimensão 1	Dimensão 2	Dimensão 3
Incômodo (não)	-0,4117	0,6333	0,3932
Incômodo (sim)	0,5438	-0,8367	-0,5195
Fadiga Mental (não)	-0,7287	-0,2711	0,4558
Fadiga Mental (sim)	0,6983	0,2598	-0,4368
Ansiedade (não)	-0,8568	-0,4889	-0,0079
Ansiedade (sim)	0,6346	0,3621	0,0059
Irritação (não)	-1,2062	-0,1711	-0,3616
Irritação (sim)	0,4612	0,0654	0,1383
Insônia (não)	-0,4805	0,3162	-0,4868
Insônia (sim)	0,7402	-0,4871	0,7499
Nível de Ruído ( $\leq 85$ dB(A))	-0,2648	0,2909	0,1339
Nível de Ruído ( $> 85$ dB(A))	0,2330	-0,2560	-0,1179



Nota-se pela tabela 4.102 que as coordenadas referentes aos sintomas ansiedade e irritação apresentam maior polarização em volta da variável do nível de ruído, identificando, assim, a incidência de sintomas psicossociais no interior do ambiente laboral.

#### 4.5.2.4. Resultados da análise de correspondência múltipla realizada entre os sintomas psicossociais e a percepção do trabalhador quanto ao ruído existente no ambiente de trabalho.

Pela tabela 4.103 percebe-se que dentre os autovalores, a primeira dimensão reúne maiores informações referente à inércia numa taxa de 43,77 %, enquanto as outras duas corroboram individualmente 18,85% e 16,37%, respectivamente, robustecendo, desse modo, a análise em relação à inércia total. Assim, a análise é satisfeita com um percentual acumulado de 78,99%.

Tabela 4.103 – Autovalores do espaço fatorial segundo a Análise de Correspondência Múltipla dos sintomas e percepção do trabalhador ao ruído ambiental.

Dimensão	Inércia	
	% isolada	% acumulada
Primeira	43,77	43,77
Segunda	18,85	62,62
Terceira	16,37	78,99

As figuras 4.23, e 4.24 mostram a distribuição no espaço fatorial para cada categoria de sintoma, em relação à percepção do trabalhador. Uma configuração tridimensional dos sintomas no espaço fatorial está representada na figura 4.25.

As variáveis ansiedade e irritação uma vez mais manifestam suas presenças nas proximidades da variável suplementar, percepção, ratificando dessa maneira, o que foi verificado através das medições dos níveis de ruído no ambiente de trabalho.

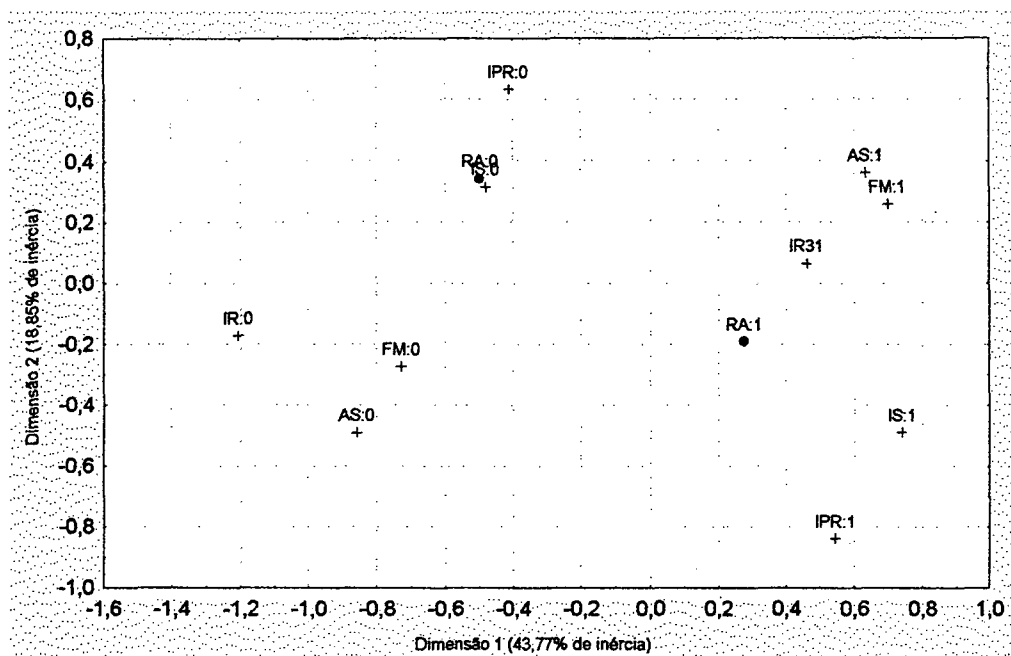


Figura 4.23 – Espaço fatorial bidimensional dos sintomas psicossociais em relação a percepção do trabalhador (dim 1 e 2). Legenda: IPR - incômodo por ruído, FM - fadiga mental, AS - ansiedade, IR - irritação, IS - insônia, RA - percepção subjetiva.

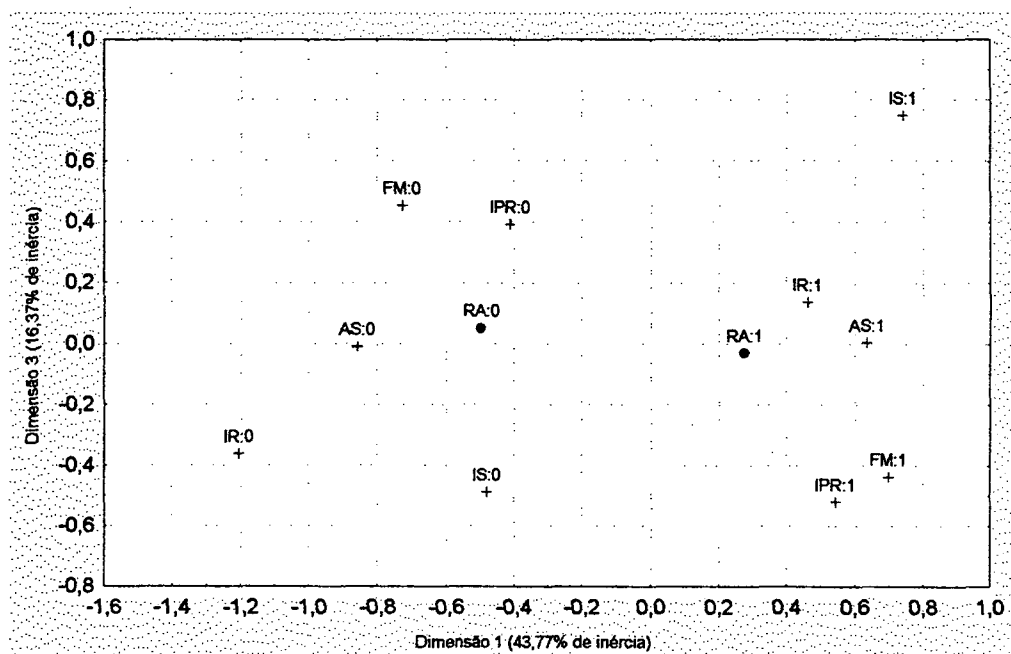


Figura 4.24 – Espaço fatorial bidimensional dos sintomas psicossociais em relação a percepção do trabalhador (dim 1 e 3). Legenda: IPR - incômodo por ruído, FM - fadiga mental, AS - ansiedade, IR - irritação, IS - insônia, RA - percepção subjetiva.

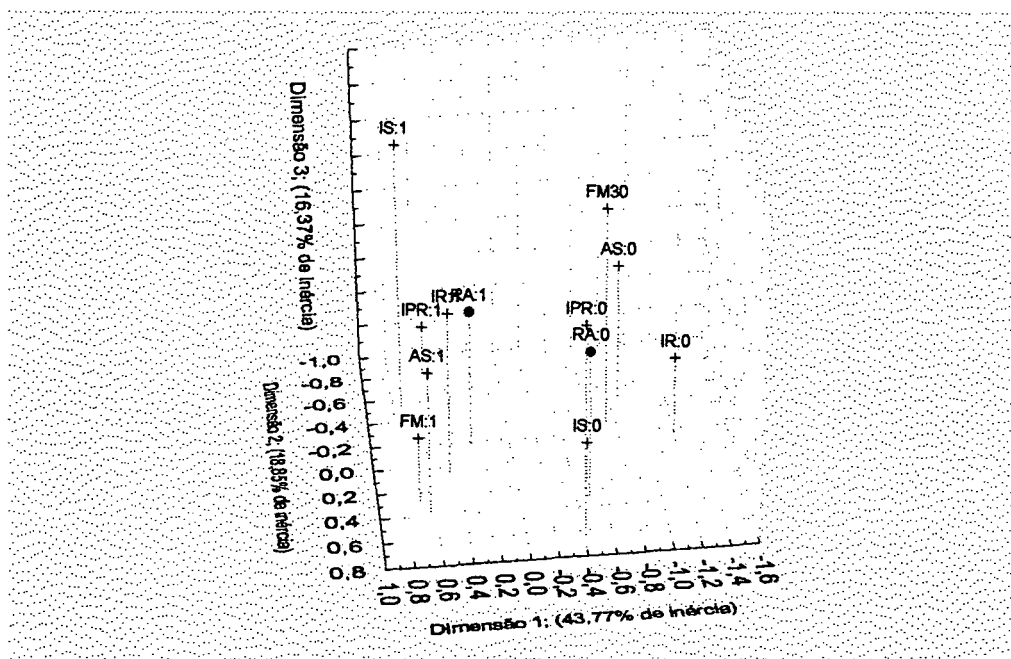


Figura 4.25 – Espaço fatorial tridimensional dos sintomas psicossociais em relação à percepção do trabalhador.  
 Legenda: IPR - incômodo por ruído, FM - fadiga mental, AS - ansiedade,  
 IR - irritação, IS - insônia, RA - percepção subjetiva.

As coordenadas das dimensões que configuram o espaço fatorial são dispostas na tabela 4.104, mostrando aqueles sintomas, cuja influência em torno da variável percepção são mais acentuadas.

Tabela 4.104 - Coordenadas dos sintomas e dos níveis de ruído no espaço fatorial segundo Análise de Correspondência Múltipla.

Sintoma	Dimensão 1	Dimensão 2	Dimensão 3
Incômodo (não)	-0,4117	0,6334	0,3932
Incômodo (sim)	0,5438	-0,8367	-0,5195
Fadiga Mental (não)	-0,7287	-0,2711	0,4558
Fadiga Mental (sim)	0,6983	0,2598	-0,4368
Ansiedade (não)	-0,8567	-0,4889	-0,0079
Ansiedade (sim)	0,6346	0,3621	0,0059
Irritação (não)	-1,2062	-0,1711	-0,3616
Irritação (sim)	0,4612	0,0654	0,1383
Insônia (não)	-0,4805	0,3162	-0,4868
Insônia (sim)	0,7402	-0,4871	0,7499
Nível de Ruído ( $\leq 85$ dB(A))	-0,4981	0,3426	0,0516
Nível de Ruído ( $> 85$ dB(A))	0,2758	-0,1897	-0,0285

A análise de correspondência múltipla, na realidade, ratificou os resultados das associações verificadas através da análise bivariada. Observou-se pelas configurações espaciais que as variáveis sintomáticas biológicas (dor de cabeça e fadiga física) e psicossociais (ansiedade e irritação) mantêm os padrões de associação, quando se verifica a posição (coordenadas) em relação às variáveis níveis de ruído e percepção do trabalhador.

#### **4.6. Resultados da Análise Espectral das Medidas dos Níveis de Ruído Efetuadas nos Postos de Trabalho**

Os espectros de frequências, em bandas de oitava, das medidas dos níveis de pressão sonora efetuadas nas proximidades dos ouvidos do trabalhador, são mostrados conforme o posto de trabalho. As frequências utilizadas durante as medidas dos níveis de ruído foram: 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 e 8000Hz. O espectro pode ser analisado por intermédio das Curvas NC (*Noise Criteria*), onde cada uma delas tem associado os níveis de pressão sonora na banda de oitava, de modo que somente um número pode ser utilizado para especificar o nível sonoro máximo em toda a banda de frequências.

Segundo a Norma NBR-10152 (*Níveis de Ruído Para Conforto Acústico*) as curvas NC-15 a NC-70 são equivalentes a níveis de conforto em diversos ambientes ocupacionais não operacionais, sendo que a curva NC-70 representa o desconforto máximo permitido, em função da impossibilidade de comunicação, mas que não provoca perda do limiar. A Norma NR-15 da Portaria nº 3.214, do Ministério do Trabalho, por outro lado, estabelece um nível máximo de 85dB(A) para um regime de trabalho de 8 horas em ambientes ocupacionais operacionais.

Verifica-se através da figura 4.26 que os espectros de frequências para o posto de trabalho, em uma das Seccionadoras, em quase toda a banda de frequências, o espectro para o ouvido esquerdo supera aquele do ouvido direito, evidenciando, assim, alta incidência de ruído na região da fala. Ambos os espectros superam os limites estabelecidos pela legislação acima referida, tanto para baixas, quanto para altas frequências. Nota-se que os níveis de ruído nesse posto de trabalho são elevados, para a região das altas frequências, com picos acentuados na faixa de 4kHz, colocando, em risco a integridade auditiva do trabalhador.

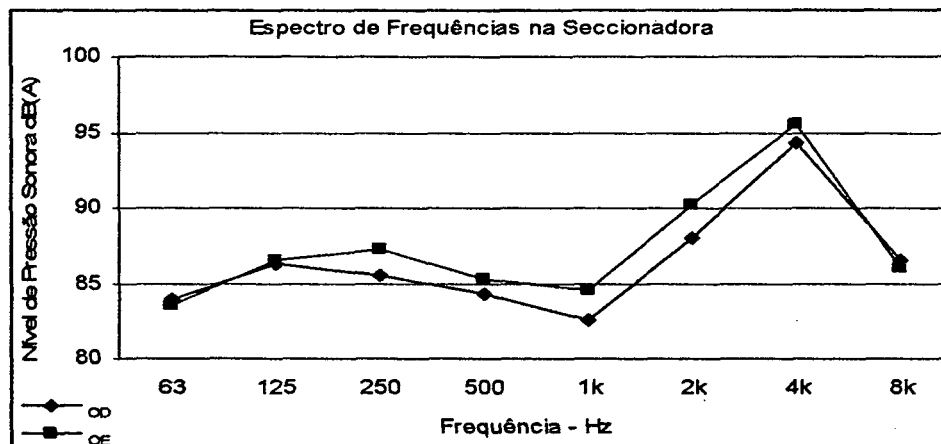


Figura 4.26 – Espectros de frequências para níveis de ruído medidos a altura dos ouvidos direito (OD) e esquerdo (OE) no posto de trabalho, em uma Seccionadora.

Observa-se pela figura 4.27 que os espectros de frequências para ambos os ouvidos nas baixas frequências existe uma pequena diferença em 63Hz e 2,3dB em 125Hz, mas na região de 4kHz, ponto considerado como crítico, as curvas se confundem, ao nível de 93dB(A). Nota-se, ainda, que a audição do trabalhador está submetido aproximadamente ao mesmo campo acústico. Os níveis globais, medidos em ambos os ouvidos, foram, respectivamente, 96dB(A) e 97,7dB(A).

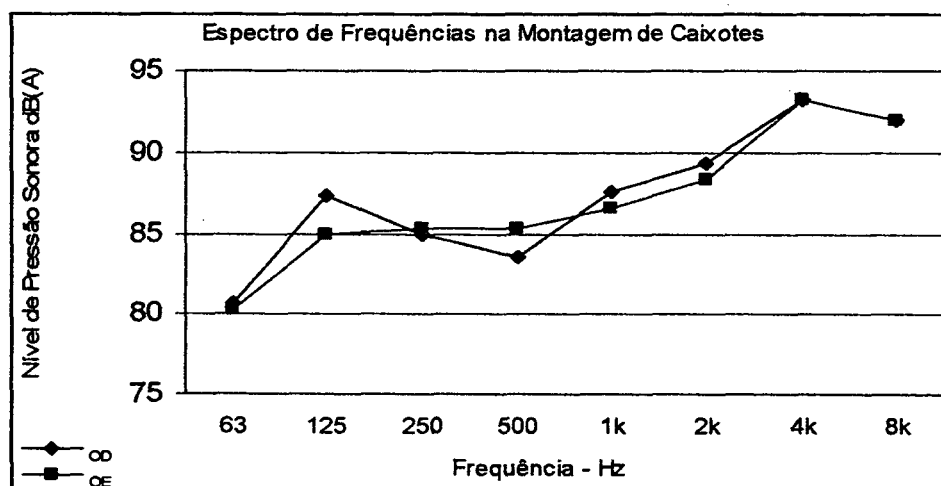


Figura 4.27 – Espectros de frequências para níveis de ruído medidos a altura dos ouvidos direito (OD) e esquerdo (OE) no posto de trabalho, em uma operação de Montagem de Caixotes.

A figura 4.28 apresenta os espectros de frequências dos níveis de ruído medidos nas proximidades dos ouvidos direito e esquerdo do trabalhador no desenvolvimento de operações em uma Perfiladeira.

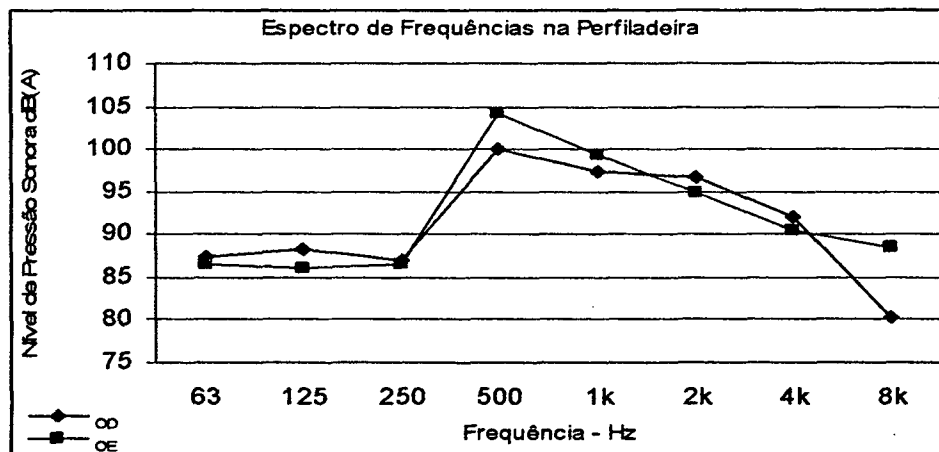


Figura 4.28 – Espectros de frequências para níveis de ruído medidos a altura dos ouvidos direito (OD) e esquerdo (OE) no posto de trabalho, numa Perfiladeira.

Na região de baixas frequências a comunicação fica comprometida, porque os níveis de ruído atingem valores de até 104 dB(A). Na frequência de 4kHz o trabalhador tem sua audição exposta a níveis médios de 92 dB(A). O nível global medido para cada ouvido foi 103,7 dB(A) e 106,2 dB(A), respectivamente.

Os espectros de frequências medidos em uma máquina Coladeira ABS com o trabalhador no desempenho de suas atividades são mostrados na figura 4.29.

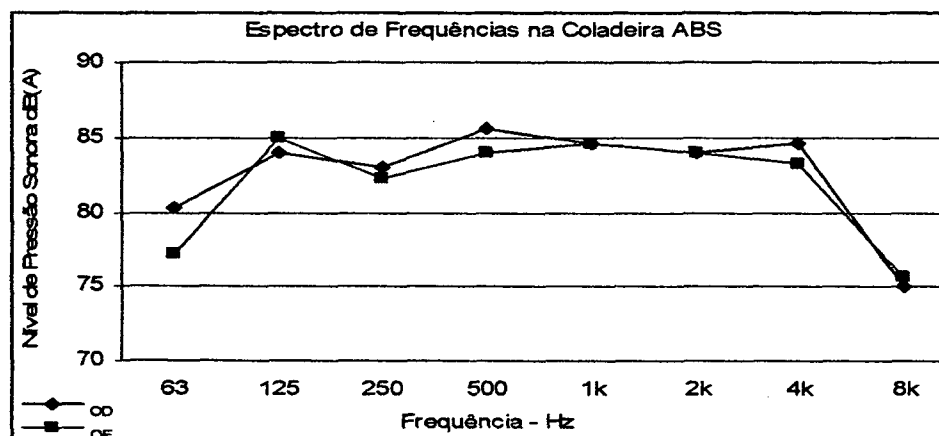


Figura 4.29 – Espectros de frequências para níveis de ruído medidos a altura dos ouvidos direito (OD) e esquerdo (OE) no posto de trabalho de em uma Coladeira ABS.

Segundo a Norma NR-15, da Portaria nº 3.214 do Ministério do Trabalho pode-se observar que esse posto de trabalho, de modo geral, está dentro dos padrões estabelecidos. Nota-se que nas faixas de frequências entre 125 e 4000Hz a máxima oscilação dá-se na região de 500Hz com 1,6dB. Os níveis globais medidos nos ouvidos direito e esquerdo foram 92dB(A) e 91,9dB(A), respectivamente.

No espectro de frequências mostrado na figura 4.30, pode-se observar claramente que na região de baixas frequências, os níveis de ruído são os mais altos, todavia, observa-se uma tendência decrescente a partir da frequência de 500Hz. Os níveis de ruído global medidos em cada ouvido foram respectivamente para o direito e esquerdo de 109,4dB(A) e 108dB(A). Esta é uma prensa que ainda não foi enclausurada, por isso emite altos níveis de ruído.

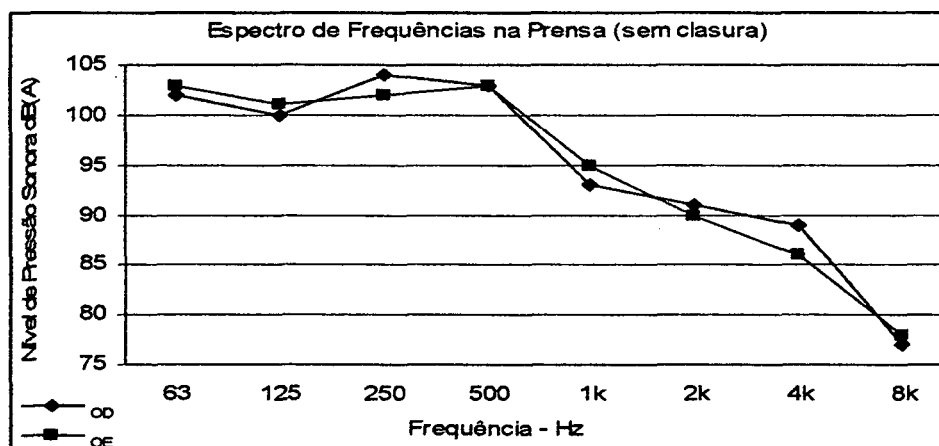


Figura 4.30 – Espectros de frequências para níveis de ruído medidos a altura dos ouvidos direito (OD) e esquerdo (OE) no posto de trabalho de uma Prensa sem enclausuramento.

Persson e Bjorkamn (1988); Persson e Rylander (1988); Berglund, Hasmén e Job (1996) estudaram o desconforto provocado pelo ruído de baixa frequência, concluindo ser bastante prejudicial à integridade do sistema auditivo do trabalhador.

Na figura 4.31, mostra-se o espectro de frequências de uma outra prensa que possui enclausuramento com material acústico nas paredes internas.

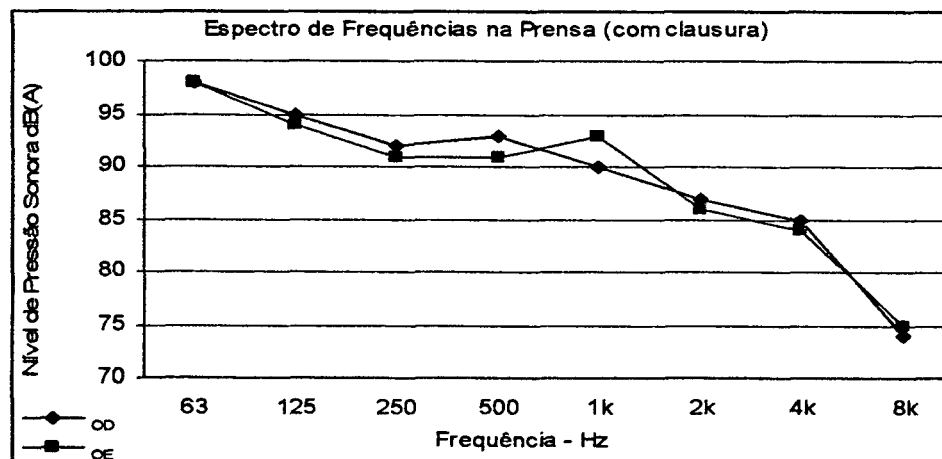


Figura 4.31 – Espectros de frequências para níveis de ruído medidos a altura dos ouvidos direito (OD) e esquerdo (OE) no posto de trabalho de uma Prensa com enclausuramento.

Observa-se que na região das baixas frequências os níveis de ruído são mais altos. E mais, à medida que a frequência aumenta, a tendência é de queda nos níveis a partir das frequências de 500Hz para o ouvido direito e 1000Hz para o ouvido esquerdo. Os níveis globais medidos foram 101,4dB(A) para o ouvido direito e 100,8dB(A) para o ouvido esquerdo. Em ambas as situações, sem e com clausura, os níveis de ruído encontram-se acima dos limites estabelecidos pela legislação, colocando em risco a integridade auditiva do trabalhador.

Segundo Harris (1979) onde a vibração de baixa frequência é causa de alto ruído é importante que a máquina seja convenientemente isolada para vibrações, preferencialmente, montando-a sobre um bloco de inércia apoiado sobre isoladores de vibração. Assim, a massa adicional, pelo abaixamento do centro de gravidade do conjunto, contribuirá para aumentar a estabilidade do sistema mecânico. O autor mostra o resultado de um estudo realizado numa máquina de grande porte para redução dos níveis de ruído e vibração, no posto de trabalho. Utilizando as técnicas de controle de vibração (aplicação de isoladores de vibração), o resultado foi uma redução acentuada no nível de ruído, principalmente nas altas frequências. Isto justifica os resultados obtidos, mostrados nos espectros da figura 5, uma vez que esses equipamentos (prensas) devido a grande capacidade (250ton com 400golpes/min), são montados sobre materiais isoladores de vibração e tratados acusticamente na parte interna. Os níveis de ruído global, medidos em ambos para as proximidades dos ouvidos direito e esquerdo, foram de 108,7dB(A) e 111,3dB(A), respectivamente. Nota-se que o trabalhador está exposto a altos níveis de ruído, com alto risco de perda do limiar, principalmente o ouvido esquerdo.

Cada tipo de máquina ou equipamento possui um espectro de frequências característico. Os espectros de frequências mostrados na figura 4.32 são de uma serra circular com discos de 100mm e 300mm simultaneamente, em operação de corte de materiais do tipo MDF de 20mm revestidos com fórmica.

Os níveis de ruído global, medidos para os ouvidos direito e esquerdo, foram respectivamente, 101,5dB(A) e 96,3dB(A). Nota-se que na região das baixas frequências, os níveis de ruído satisfazem os limites estabelecidos pela NR-15 até a faixa de 1000Hz, exceto para a frequência de 125Hz. Conforme a literatura pesquisada, na faixa das frequências mais agudas, a evolução do dano auditivo é muito mais acentuada, principalmente, na frequência de 4kHz, havendo, contudo, uma evolução mais lenta ao passar por esse ponto crítico.



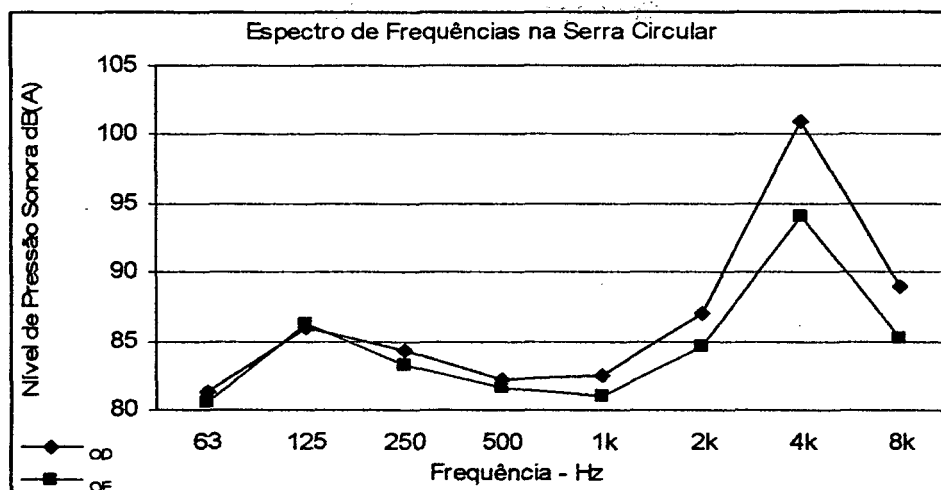


Figura 4.32 – Espectros de frequências para níveis de ruído medidos a altura dos ouvidos direito (OD) e esquerdo (OE) no posto de trabalho da Serra Circular.

Neste ponto, observam-se níveis elevados de até 101dB(A) no ouvido direito e 94dB(A) no esquerdo. Nota-se, portanto, que a audição direita está com uma deficiência mais acentuada do que a esquerda no valor de +7dB, pois esta fica muito mais próxima da posição de corte, pelo fato de as serras estarem localizadas mais a direita da máquina. O ouvido esquerdo fica menos sobrecarregado, em virtude do anteparo provido pela cabeça.

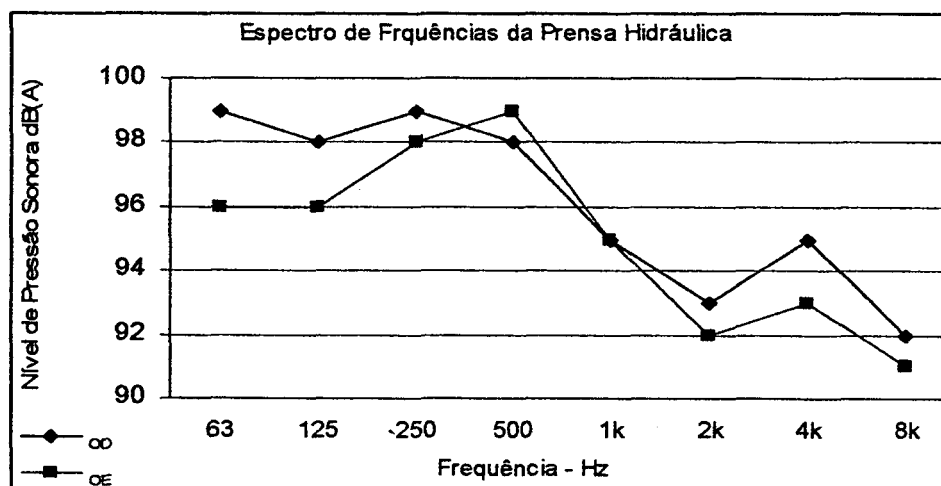


Figura 4.33 – Espectros de frequências para níveis de ruído medidos a altura dos ouvidos direito (OD) e esquerdo (OE) no posto de trabalho de uma Prensa Hidráulica.

Este tipo de máquina é utilizado para realizar operações de corte de chapas dentro das medidas especificadas. Possui alto desempenho, embora trabalhando com poucos golpes por minuto (44). Dependendo da espessura da chapa, o número de golpes por minuto poderá ser reduzido ou aumentado, isto é, quanto menos espessa a chapa, maior o número de golpes para operação. Nota-se pela figura 4.33 que na região de baixas frequências até 500Hz, os níveis

de ruído são bem acentuados, tendo uma queda até a faixa de 2000Hz. Todavia, no ponto crítico (4000Hz) o nível torna a subir em ambos os espectros. Observa-se, pois, que neste posto de trabalho toda a banda de frequências encontra-se acima dos limites estabelecidos pela legislação. Os níveis de ruído global, medidos para cada audição, foram de 105,9dB(A) e 104,6 dB(A) para os ouvidos direito e esquerdo, respectivamente.

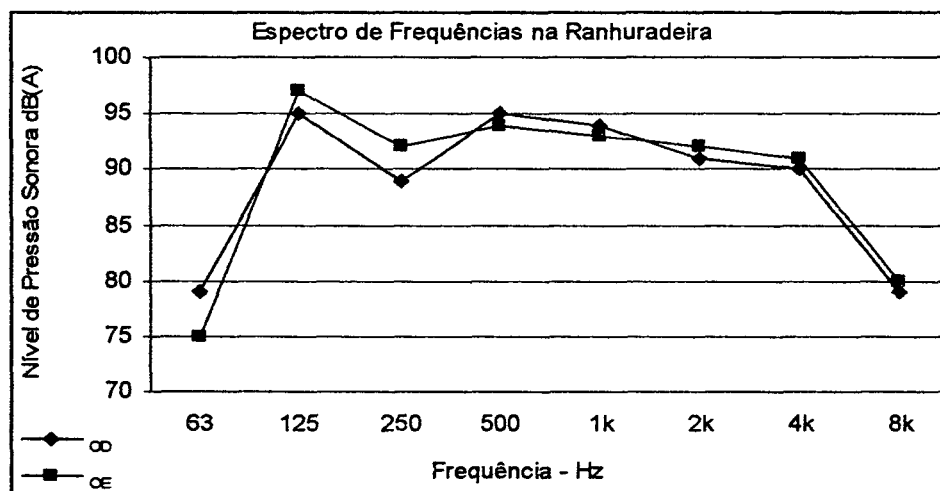


Figura 4.34 – Espectros de frequências para níveis de ruído medidos a altura dos ouvidos direito (OD) e esquerdo (OE) no posto de trabalho na Ranhuradeira.

A ranhuradeira cujo espectro é mostrado na figura 4.34 é um tipo de máquina utilizada para estampo e corte de chapas, de acordo com o especificado na ordem de fabricação. São máquinas que executam operações com velocidade de corte bastante elevada. Dependendo da espessura da chapa em processamento, a velocidade atinge até 1020 golpes por minuto. Estas máquinas possuem uma cabina com enclausuramento interno em volta de todas as paredes, por serem máquinas com altos níveis de emissão de ruído. Nota-se, todavia, que apesar do enclausuramento, onde certo grau de ruído é absorvido, o nível de emissão, ainda é alto, principalmente nas faixas de 125 a 4000Hz. Dessa maneira, o operador fica submetido a um campo sonoro que excede aos limites de salubridade. O enclausuramento desta máquina, na realidade, não favorece em muito ao operador no seu posto de trabalho, porque, este permanece no interior da cabina recebendo sobre a audição e corpo, todos os impactos do ruído gerado pela máquina. Pode-se observar que o ouvido esquerdo, com exceção das frequências de 500 e 1000Hz, encontra-se mais exposto ao estímulo sonoro do que o ouvido direito. Isto se justifica pelo fato do posto de trabalho (o assento do operador) ser localizado ao lado direito da máquina, ficando, portanto, a ferramenta de corte posicionada mais próximo

do ouvido esquerdo. Os níveis de ruído global medidos nos ouvidos direito e esquerdo, foram respectivamente, de 100,7dB(A) e 101,6dB(A).

Diante das informações contidas nas tabelas e figuras anteriormente discutidas, tem-se um perfil de cada empresa, de modo que as informações oferecem contribuições para as tomadas de decisões (controles) com respeito a cada situação estudada pertinente ao impacto provocado pelo ruído.

## CAPÍTULO 5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na realidade, a expectativa deste trabalho foi de que esta pesquisa contribua com relação ao entendimento do cotidiano do trabalhador no ambiente ocupacional, auxiliando as empresas a melhor planejar e monitorar seu ambiente.

Este estudo não revelou apenas a especificidade da análise acústica propriamente dita no ambiente de trabalho. Muitos outros trabalhos possuem esta direção única, dissociada dos problemas que atingem a população.

Apresentou-se, aqui, uma abordagem diferente, em que, além da análise acústica, procurou-se verificar a influência, isto é, a associação do estímulo acústico sobre o indivíduo no ambiente de trabalho, dentro da perspectiva sintomática biopsicossocial. Procurou-se, na realidade, apresentar uma avaliação crítica amplificada da estatística dos estímulos sonoros e dos sintomas em trabalhadores nos seus postos de trabalho.

Os resultados obtidos demonstram que nem todas as variáveis estudadas apresentaram uma ótima associação, quando da apreciação da estatística de teste, entretanto, a maioria, sim.

Nota-se que esse é um tema por demais polêmico, tornando-se, pois, evidente a necessidade de uma equipe multidisciplinar que possa modificar essa realidade a favor do indivíduo no seu cotidiano ocupacional.

No conjunto, os resultados mostraram altas taxas de manifestações opostas às influências do ruído, tanto em nível biológico quanto psicossocial. No estudo foram comparados vários sintomas (aspectos biológicos e psicossociais) às influências dos níveis de ruído no ambiente ocupacional, desde a percepção do trabalhador, até as medidas objetivas dos níveis de ruído efetuadas no ambiente e postos de trabalho.

Numa visão interdisciplinar seria impossível, ou no mínimo crítico, se pensar tais sintomas dissociados do sistema organizacional onde eles ocorrem.

A compreensão dos sintomas, segundo França e Rodrigues (1997), podem ter vários significados, tais como: falta de disposição para o trabalho, relacionamento comprometido, dentre outros. No entanto, o significado mais oportuno deve ser a consciência de que cada sintoma é um  sinal de alerta  para (a organização – *grifo do autor*) revisão das condições de vida no trabalho. A constância dos sintomas está, quase sempre, relacionada aos fatores ambientais e psicossociais. O ruído, por exemplo, aliado ao desempenho de uma atividade monótona e repetitiva, o que acontece na maioria dos postos de trabalho, pode ser considerado

como um fator importante do desencadeamento de sintomas. De acordo com França e Rodrigues, este desencadeamento deve-se à superestimulação dos sistemas nervoso autônomo e reticular e à repercussão sobre o sistema nervoso central, com respostas neuroendócrinas que atingem os demais órgãos e sistemas do organismo.

Observou-se, portanto, que é no ambiente físico de trabalho que se deve pesquisar os fatores etiológicos das altas taxas de sintomas manifestadas, assumindo, desde então, uma posição de controle.

A realização desta pesquisa no cotidiano de um parque fabril, além do contato com o objeto real de estudo, possibilitou adquirir um grande volume de dados, observar as transformações de matérias e a rotina de tarefas em cada posto de trabalho.

Com o consentimento para realização deste trabalho, por parte da organização, foi possível mapear algumas categorias de sintomas que apontam sobre a etiologia de várias alterações biológicas e psicossociais dentro do ambiente ocupacional.

O trabalhador que manifesta algum tipo de sintoma, em função da valorização que ele dá a este, então, faz uso do ambulatório, interagindo através de questionamentos levantados pelo serviço médico. Essa interação, embora seja executada por um profissional empenhado no bem-estar do trabalhador, todavia, os recursos utilizados pelo serviço ambulatorial, na maioria dos casos, agem apenas como paliativos.

O bem-estar, segundo a Organização Mundial da Saúde é algo imprescindível e fundamental para o trabalhador, pois este, por um lado, e a produtividade, por outro, formam o binômio que influem no equilíbrio entre trabalhador e empresa.

A pesquisa mostrou que as manifestações biológicas e psicossociais foram declaradas pela maioria dos trabalhadores, através do instrumento de pesquisa. O que não se constatou foi o uso secundário de qualquer sintoma como meio de recompensa, isto é, o uso do atestado médico, por exemplo, como recurso legal para prática do absenteísmo.

As incidências maiores de manifestações de sintomas biológicos foram dor de cabeça (69,1%) e fadiga física (62,5%), enquanto para sintomas psicossociais, foram irritação (72,4%) e ansiedade (57,5%).

Contudo, esta grafia não deve ser interpretada como censura, mas sim, como um sensor com respeito ao surgimento de sintomas, a fim de não prejudicar o equilíbrio interativo no ambiente de trabalho.

Observou-se, em relação aos sexos, que 84,6%(159) dos trabalhadores são do sexo masculino. Desses, 61,2%(115) desempenham atividades em setores do tipo operacional, enquanto 23,4%(44) em setores do tipo administrativo.

A maioria dos trabalhadores do sexo feminino 12,2%(23) executa atividades em setores administrativos, enquanto, apenas 3,2%(6) executam suas atividades em setores do tipo operacional. Portanto, 64,4%(121) dos trabalhadores executam suas atividades em setores operacionais e 35,6%(64) em setores administrativos.

Em relação à idade, observou-se uma média em torno de 30,1 anos. Notou-se ser uma população de trabalhadores caracterizada como jovem, desde que, a maioria [56,9%(107)] está compreendida entre 20 a 30 anos.

No que diz respeito ao tempo de serviço, notou-se que a maior parte dos trabalhadores [52,1%(98)] está na faixa de tempo de serviço até 5 anos. Uma provável razão para isso pode estar relacionada ao fato discutido anteriormente, quanto a característica da população em relação à idade.

Quanto aos sintomas manifestados pelos trabalhadores, estes foram classificados em biológicos e psicossociais. Para cada um dos sintomas, em ambas as classificações foram feitas observações em relação aos seguintes fatores:

- medidas dos níveis de ruído ambiental (fundo), correspondentes às classificações de níveis de ruído até 85, ( $85 < \text{NPS} \leq 90$ ) e acima de 90dB(A), e uma outra com níveis de ruído menor ou igual a 85 e acima de 85dB(A);
- medidas dos níveis de ruído nas proximidades dos ouvidos do trabalhador, no posto de trabalho, durante o desempenho de atividades, correspondentes às classificações de níveis de ruído até 85, ( $85 < \text{NPS} \leq 90$ ), ( $90 < \text{NPS} \leq 95$ ), ( $95 < \text{NPS} \leq 100$ ) e acima de 100dB(A), e uma outra com níveis de até 85, e acima de 85dB(A); e,
- a percepção do trabalhador, quanto ao ruído ambiental no interior do ambiente de trabalho.

A tabela 4.88 mostra a distribuição quantitativa de cada um dos sintomas abordados neste estudo, fazendo referência à categoria de resposta e empresa. Dos 125 trabalhadores pertencentes à empresa W, que fizeram parte da investigação, observou-se que as manifestações mais acentuadas foram, em relação aos sintomas biológicos, dor de cabeça 84(67,2%) e fadiga física 78(62,4%), e em relação aos sintomas psicossociais foram, ansiedade 77(61,6%) e irritação 90(72%).

Para a empresa F, com 63 trabalhadores selecionados, notou-se que as maiores taxas de manifestações foram, também, apresentadas em relação aos mesmos sintomas biológicos e psicossociais da anterior, com valores de 46(73%) e 39(61,9%) para os sintomas de dor de

cabeça e fadiga física, e para os sintomas ansiedade e irritação foram, respectivamente, 31(42,2%) e 46(73%).

Desta maneira, vê-se que, existe semelhança de manifestações sintomáticas entre a força de trabalho para ambas as empresas.

A seguir far-se-á a discussão dos resultados referentes aos sintomas biológicos e psicossociais manifestados pelos trabalhadores.

## **5.1. Discussão dos Resultados Quanto aos Sintomas Biológicos**

### **5.1.1. Com Relação às Medidas do Nível de Ruído Ambiental (fundo)**

Entre os 188 trabalhadores, 69,1%(130) declararam sentir problemas de dor de cabeça, e 62,3%(117) expressaram sentimentos de fadiga física. Estes foram os sintomas biológicos cuja influência do ruído no ambiente ocupacional se registrou maior número de declarações positivas. Os demais, embora em percentuais mais reduzidos (tontura 19,2%, dor de ouvido 16,5% e dificuldade de comunicação 20%), mesmo assim, não devem permanecer à periferia do controle da organização.

Os sintomas dor de cabeça e fadiga física são bastante preocupantes, pois são altas as taxas de manifestação. Na avaliação feita nas fichas médicas, estes sintomas apresentaram taxas de 25%(30) e 13,6%(17), em relação à empresa W, respectivamente. A empresa F, devido às poucas informações contidas nas fichas médicas, constatou-se apenas um registro de 4,8%(3), a respeito de fadiga física.

### **5.1.2. Com Relação às Medidas dos Níveis de Ruído nas Proximidades dos Ouvidos do Trabalhador**

Dos 99 trabalhadores que foram submetidos às medições de níveis de ruído nas proximidades dos ouvidos direito e esquerdo, 78,8%(78) declararam sentir problemas de dor de cabeça, e 73,7%(73) problemas de fadiga física no desempenho de tarefas no posto de trabalho, sob a influência do estímulo sonoro. Observou-se que, embora exista no ambiente operacional, setores com níveis elevados de ruído, contudo, os sintomas tontura, dor de ouvido e dificuldade de comunicação aparecem com percentuais bem mais reduzidos que os

dois anteriores, com taxas de 23,3%(23), 25,2%(23) e 24,2%(24), respectivamente. Isto, todavia, deve ser, também, preocupante e digno de controle, pois representa, aproximadamente, 25% (um quarto) do grupo avaliado.

## **5.2. Discussão dos Resultados Quanto aos Sintomas Psicossociais**

### **5.2.1. Com relação às Medidas dos Níveis de Ruído Ambiental (fundo)**

Dos 188 trabalhadores avaliados 72,4%(136) fizeram declarações de irritabilidade; 57,5%(108) de ansiedade; 51,9%(96) de fadiga mental; 43%(81) de incômodo por ruído, e 39,4%(74) de insônia. Os resultados revelam, desse modo, que todos os sintomas psicossociais avaliados demonstram altos índices de ocorrências no ambiente ocupacional. Esta alta incidência sintomática deve ser motivo de preocupação por parte das empresas, por isso, as ações devem ser voltadas com veemência às estratégias de controle.

### **5.2.2. Com Relação às Medidas dos Níveis de Ruído nas Proximidades dos Ouvidos do Trabalhador, no Posto de Trabalho**

Entre os 99 trabalhadores avaliados, 76,8%(76) declararam sentir problemas de irritação durante o desempenho de atividades no posto de trabalho; 62,6%(62) problemas de ansiedade; 60,6%(60) problemas de incômodo; 54,5%(54) problemas de fadiga mental, e 45,5%(45) problemas de insônia.

Todos os sintomas psicossociais (incômodo, fadiga mental, ansiedade, irritação e insônia), mostraram, pois, taxas significativas de incidência. Portanto, recomenda-se o desenvolvimento de estratégias de controle, com vistas à redução destas, além do ruído, como por exemplo, o controle de temperatura e da ventilação ambiental.

### **5.2.3. Com Relação à Percepção do Trabalhador ao Ruído Ambiental**

As manifestações com respeito à percepção do ruído ambiental tanto no exame dos sintomas biológicos, quanto nos psicossociais foram, na realidade, ratificados quando se



procedeu com as medições dos níveis de ruído no ambiente. Diante disso, as discussões quanto às medidas dos níveis de ruído ambiental, relacionadas a cada sintoma biológico ou psicossocial, remetem-se à esta discussão.

A tabela 4.68 apresenta o resumo dos resultados obtidos da análise bivariada com a aplicação da estatística de teste para cada variável, quando comparadas aos níveis de pressão sonora [dB(A)], medidos nos setores e postos de trabalho, bem como em relação à percepção ao ruído ambiental.

A maioria das variáveis sintomáticas, tanto biológicas quanto psicossociais, apresentou resultados satisfatórios com a aplicação do teste  $\chi^2$  ao nível de significância de 0,05. Das variáveis biológicas que apresentaram altos graus de associação com os níveis de ruído medidos no ambiente e a percepção, foram dor de cabeça e fadiga física. Em termos das variáveis psicossociais, as associações maiores foram em relação aos sintomas ansiedade e irritação.

A análise de correspondência múltipla foi efetuada, levando em consideração a mesma divisão dos sintomas utilizada na análise bivariada, ou seja, os sintomas biológicos representados por dor de cabeça, tontura, dor de ouvido, dificuldade de comunicação e fadiga física, e os sintomas psicossociais, representados por incômodo por ruído, fadiga mental, ansiedade irritação e insônia.

O que pode se perceber é que tanto nos setores administrativos quanto nos operacionais, os trabalhadores manifestaram os mesmos sintomas, embora, evidentemente, com taxas diferenciadas.

Abrindo a discussão com respeito aos graus de perda dos limiares auditivos, observou-se que em relação ao ouvido direito, dos 188 trabalhadores envolvidos no estudo, 88,3%(166) não apresentaram comprometimento além do normal, e 11,2%(21) apresentaram audiogramas sugestivos de perda auditiva induzida pelo ruído, enquanto 0,5%, isto é, um trabalhador apresentou comprometimento de deficiência auditiva provocada por outros fatores além do ruído. Em relação ao ouvido esquerdo, 84,6%(159) trabalhadores apresentaram comprometimento apenas normal, 14,9%(28) apresentaram audiogramas com sinais de lesões induzidas por ruído, enquanto 0,5%, isto é, apenas um trabalhador apresentou sinal de lesão auditiva provocada por outras causas além do ruído. Pode-se perceber, portanto, a existência de perda auditiva bilateral.

As tabelas 4.71, 4.72, 4.74, 4.75, 4.76, 4.77, 4.78, 4.79, revelam índices de 88,3%(166) e 84,36%(159) de trabalhadores com graus de perda auditiva dentro da classificação normal, ou seja, grau 0 para os ouvidos direito e esquerdo, respectivamente. Verificou-se que apenas

0,5% dos trabalhadores apresentou deficiência dos limiares auditivos provocada por outros agentes além do ruído.

Neste estudo constataram-se manifestações significativas de 70% dos sintomas em relação ao nível de ruído ambiental, e em relação à percepção do trabalhador, houve 30% de manifestações de sintomas biológicos e 50% de sintomas psicossociais.

### **5.3. Discussão dos Resultados Quanto às Perdas dos Limiares Auditivos, Provocadas pelo Ruído (graus de 1 a 5)**

No que diz respeito às perdas dos limiares provocados pelo ruído (graus 1 a 5), constatou-se, também que:

#### **5.3.1. Em relação à Idade**

- sua presença foi mais marcante nos trabalhadores com faixa etária de 25 a 35 (12), seguida da 35 a 45 (10), acima de 45 (5), e entre 20 a 25 (1) anos, respectivamente;
- a medida que a idade se elevou até os 45 anos, a incidência de prováveis lesões induzidas pelo ruído, também evoluiu; e,
- o ouvido esquerdo do trabalhador apresentou maior taxa de lesões induzidas pelo ruído (14,9%) do que o ouvido direito (11,2%), com incidências maiores nas três últimas faixas etárias, com percentuais de 39,3%, 32,1% e 21,4%, respectivamente.

Comparados os graus de perda auditiva bilateral, houve queda nas faixas entre 25 a 35 anos e 35 a 45 anos, todavia, na última faixa acima de 45anos houve aumento de 7,1%, do ouvido esquerdo em relação ao direito.

#### **5.3.2. Em relação ao Tempo de Serviço**

- a presença da perda auditiva induzida pelo ruído (P.A.I.R.) foi mais acentuada nos trabalhadores com tempo de serviço entre 10 a 15 anos (9), seguida, respectivamente, por aqueles entre 5 a 10 (7), 15 a 20 (6), até 5 (5), e acima de 20 anos (1);

- a medida que o tempo de serviço se elevou até 15 anos houve uma elevação na incidência da P.A.I.R.; e,
- o ouvido esquerdo do trabalhador apresentou leve aumento no volume de lesões auditivas induzidas pelo ruído (14,9%) do que o ouvido direito (11,2%) com incidência maior naqueles trabalhadores cujo tempo de serviço estão nas faixas de 5 a 10 anos (25%), seguida, respectivamente, por aqueles com tempo de serviço  $\leq 5$ , e 15 a 20 anos (21,4%). O ouvido direito apresentou maior incidência, apenas na faixa de tempo de serviço compreendida entre 10 a 15 anos (33,3%) contra 28,6% apresentada no ouvido esquerdo.

### 5.3.3. Em relação ao Setor de Trabalho

- a maioria dos trabalhadores apresentou graus de perda auditiva normal para ambos os ouvidos, ou seja 84,6%(159) para o ouvido direito e 88,3%(166) para o ouvido esquerdo;
- as maiores incidências de danos induzidos pelo ruído foram apresentadas nos setores IV (Coladeiras ABS, Post-Forming, PVC e Master, Perfiladeiras, Centro de Usinagem, Serras Circulares e Manutenção) 33,3%, Setor VI (Grampeamento) 19,1% e Setor III (Furação de Portas, Montagem de Caixotes, Embalagem, Limpeza, Chapeação e Coordenação) 19% no ouvido direito, e nos setores IV (Coladeiras ABS, Post-Forming, PVC e Master, Perfiladeiras, Centro de Usinagem, Serras Circulares e Manutenção) 25%, Setor VI (Grampeamento) 25% e Setor VII (Ranhuradeiras) 17,8% no ouvido esquerdo, respectivamente;
- embora os setores VII (Prensas) e VIII (Ranhuradeira) sejam os que contêm os equipamentos com maiores níveis de ruído, foram aqueles que os trabalhadores apresentaram menores índices de P.A.I.R., sendo de 10%(3) e 6,2%(1) para o ouvido direito, e de 16,7%(5) e 18,7%(3) para o ouvido esquerdo, respectivamente; e,
- os setores III (Furação de Portas, Montagem de Caixotes, Embalagem, Limpeza, Chapeação e Coordenação) e IV (Coladeiras ABS, Post-Forming, PVC e Master, Perfiladeiras, Centro de Usinagem, Serras Circulares e Manutenção) foram os que apresentaram maiores índices de P.A.I.R., com 23,5%(4), 36,8%(7) e 13,8%(4) no

ouvido direito, e 23,5%(4), 36,8%(7) e 24,1%(7) no ouvido esquerdo, respectivamente.

#### 5.4. Discussão da Influência do Ruído Sobre os Aspectos Biológicos e Psicossociais

No estudo, procurou-se investigar a influência que o estímulo sonoro (o ruído) exercia sobre os aspectos biológicos e psicossociais, relacionado ao desempenho de atividades no ambiente ocupacional.

Os resultados obtidos pelos procedimentos estatísticos, efetuados no conjunto de variáveis sintomáticas comparadas aos níveis de ruído existentes no ambiente e nos postos de trabalho, bem como à percepção subjetiva do trabalhador, alguns se mostraram significantes com a aplicação do teste estatístico. Tais resultados indicaram que:

- O sintoma Tontura mostrou-se estatisticamente não significativa, pois ao nível de significância utilizado, não se constatou associação em relação aos níveis de ruído ( $\chi^2=2,05$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,15$ ), nem em relação à percepção subjetiva do trabalhador ao ruído ambiental ( $\chi^2=0,5$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,48$ );
- O sintoma Dor de Cabeça apresentou associação significativa para ambos os casos ( $\chi^2=11,79$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,0006$ ) e ( $\chi^2=7,54$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,006$ );
- Para o sintoma Dor de Ouvido, a análise estatística foi positivamente sustentada para ambos os casos, constatando-se associação entre as variáveis ( $\chi^2=11,23$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,0008$ ) e ( $\chi^2=10,9$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,00096$ );
- Quanto ao sintoma Dificuldade de Comunicação, as avaliações para ambos os casos não foram estatisticamente significantes, pois não se constatou associação significativa entre as variáveis ( $\chi^2=1,03$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,31$ ) e ( $\chi^2=2,96$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,08$ );
- Fadiga Física mostrou-se estatisticamente sustentável, pois as variáveis apresentaram associação significativas ( $\chi^2=14,81$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,00012$ ) e ( $\chi^2=9,28$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,002$ );
- O sintoma Incômodo por Ruído foi o que apresentou melhor significância estatística, pois se constatou associação altamente significativa entre as variáveis ( $\chi^2=31,2$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,000002$ ) e ( $\chi^2=30,2$ ;  $gl=1$ ;  $p=0,000003$ );

- Fadiga Mental mostrou associação estatisticamente significativa, apenas em relação à avaliação subjetiva ( $\chi^2=1,32$ ; gl=1; p=0,25) e ( $\chi^2=4,83$ ;gl=1; p=0,028);
- O sintoma Ansiedade mostrou resultados estatísticos significantes para ambos os casos constatando-se associação entre as variáveis ( $\chi^2=3,75$ ;gl=1;p=0,05032) e ( $\chi^2=6,84$ ;gl=1; p=0,009);
- O sintoma Insônia teve resultado sustentável com a aplicação do teste estatístico, pois foi verificado a existência de associação significativa entre as variáveis ( $\chi^2=3,94$ ;gl=1;p=0,047) e ( $\chi^2=12,57$ ;gl=1; p=0,0004); e,
- O sintoma Irritação apresentou resultado significativo somente na avaliação subjetiva com boa associação entre as variáveis ( $\chi^2=3,92$ ; gl=1; p=0,0461) e ( $\chi^2=15,24$ ; gl=1; p=0,00009);

### **5.5. Distribuição da Amostra nos Grupos de Trabalho.**

Dos 188 trabalhadores participantes do estudo a distribuição demográfica da amostra é a seguinte:

- Com relação ao grupo de trabalhadores avaliados, este é predominado por homens tanto nos setores administrativos quanto nos operacionais. Também, é o grupo cujo grau de instrução é mais elevado, e existe uma compreensão incorporada por parte desses, da necessidade de evolução educacional para exercerem suas atividades;
- As mulheres concentram-se nos setores com atividades administrativas, havendo pouca representatividade nos setores operacionais; e,
- Com relação à idade, salienta-se que no grupo de trabalho, poucos participantes encontram-se na faixa de até 20 anos, bem como acima dos 50 anos. As concentrações maiores registraram-se nas faixas entre 20 a 30 anos e 30 a 40 anos com média de idade de 30,1 anos.

## **5.6. Discussão Quanto aos Limiares Auditivos em Relação aos Resultados Audiométricos**

A maioria dos autores concorda que níveis de ruído acima de 85dB(A) são capazes de provocar lesões no aparelho auditivo.

Neste estudo, como anteriormente definido, adotou-se como limite de perda normal a marca de 25dB, de modo que são considerados comprometidos aqueles indivíduos que apresentaram mudanças de limiares acima deste valor, para qualquer uma das frequências estudadas.

Em relação aos graus de perda do limiar comparados à idade do trabalhador, observou-se que dos 188 trabalhadores (88 expostos a níveis até 85dB(A) e 100 expostos a níveis acima de 85dB(A) participantes, 166(88,3%) apresentaram audiogramas, relativos ao ouvido direito, com grau de deficiência dentro da classificação normal; 21(11,2%), audiogramas sugestivos de deficiência auditiva induzida pelo ruído, e apenas 1(0,5%) trabalhador com deficiência provocada pelo ruído e outros fatores.

Para o ouvido esquerdo notou-se que 159(84,5%) dos trabalhadores apresentaram audiogramas com grau de deficiência normal; 28(15%) com danos auditivos induzidos pelo ruído, e 1(0,5%) com lesão auditiva induzida pelo ruído e outras causas.

As faixas etárias que apresentaram maiores taxas de P.A.I.R. para o caso do ouvido direito situaram-se entre 25 a 35 anos (4,8%), 35 a 45 anos (4,3%) e acima de 45 anos (1,6%). Para a audição esquerda as faixas situaram-se entre 25 a 35 anos (5,9%), 35 a 45 anos (4,8%) e acima de 45 anos (3,2%).

Observou-se, através dos resultados, a incidência maior de P.A.I.R. sobre a audição esquerda, com 15%(28) de comprometimento comparado a 11,2%(21) sobre a audição direita, portanto, com uma diferença de 25%. Notou-se um crescimento proporcional da P.A.I.R. paralelo ao da idade até os 40 anos, notificado, também, por outros autores (Kryter, 1983; Atherley e Noble, 1985; Andersson, Melin, Scott et al, 1995).

## **5.7. Discussão Quanto aos Graus de Perda Auditiva Por Tempo de Serviço em Relação aos Resultados Audiométricos**

Em referência à audição do lado direito, 166(88,3%) trabalhadores apresentaram, através dos audiogramas, deficiência apenas com grau de perda considerada normal, ou seja,

até 25dB; 21(11,2%) apresentaram P.A.I.R., e somente 1(0,5%) trabalhador apresentou audiograma característico de perda auditiva produzida pelo ruído e outros fatores.

As incidências mais acentuadas de P.A.I.R. aconteceram para os trabalhadores com tempo de serviço até 5 anos (2,1%) e entre 5 a 10 anos (2,7%); 10 a 15 anos (3,7%) e 15 a 20 anos (2,1%).

Para a audição do lado esquerdo, 159(84,5%) apresentaram resultados audiométricos dentro da classificação normal de perda auditiva; 28(15%) com audiogramas sugestivos de P.A.I.R., e apenas um trabalhador (0,05%) apresentou lesão provocada pelo ruído, associada a outros fatores.

As faixas de tempo de serviço que apresentaram maior incidência de P.A.I.R., concordam com aquelas apresentadas para a audição direita, com os seguintes valores: até 5 anos (3,2%); entre 5 a 10 anos (3,7%); 10 a 15 anos (4,3%) e entre 15 a 20 anos (3,2%).

Notou-se uma evolução da P.A.I.R. à medida que o tempo de serviço aumentou até os 15 anos, o que é compatível com outros estudos (Burns, 1973; Harris, 1979; Fiorini, Silva e Bivilácquia, 1991; Mariotto, Oliveira e Albernaz, 1995).

#### **5.8. Discussão Quanto aos Graus de Perda Auditiva por Setor de Trabalho em Relação aos Resultados Audiométricos**

Os resultados demonstraram que os setores com maior concentração de trabalhadores são: Setor I (67), Setor III (17), Setor IV (19), Setor VII (30) e Setor VIII (16).

Dos 188 trabalhadores participantes, 166(88,3%) demonstraram limiares auditivos do lado direito com perdas dentro da classificação normal; 21(11,2%) com audição comprometida pelo ruído, e um trabalhador (0,5 %) com audição comprometida pelo ruído e outras causas. Os setores com maiores graus de comprometimento de P.A.I.R. foram: Setor III (4), Setor IV (7), Setor VI (4) e Setor VII (3).

Os resultados obtidos para os limiares auditivos do lado esquerdo mostraram que 159(84,5%) dos trabalhadores possuem perdas auditivas normais, enquanto 28(15%) demonstram deficiência auditiva induzida pelo ruído, e somente um trabalhador com dano auditivo provocado pelo ruído associado a outros fatores. Os setores de maior comprometimentos de P.A.I.R. foram os mesmos apresentados em relação ao ouvido direito com valores de 4(2,1%); 7(3,7%); 7(3,7%) e 5(2,7%), respectivamente.

Um aspecto de grande relevância neste estudo, que necessariamente deve ser considerado é que os setores do parque fabril, onde os níveis de ruído são mais acentuados evidenciaram, contudo, baixos índices de P.A.I.R. Uma provável explicação parte do uso contínuo do dispositivo de proteção auricular por parte da classe trabalhadora. Uma outra razão pode ser explicada pela conscientização, por parte dos trabalhadores, quanto aos danos provocados pelo ruído.

## **5.9. Discussão Quanto aos Graus de Perda Auditiva Resultantes dos Exames Audiométricos, por Empresa**

### **5.9.1. Para o Ouvido Direito**

Verificou-se que dos 188 trabalhadores participantes do estudo, 125(66,5%) pertencem à empresa W. Destes, 117(93,6%) mostraram possuir perdas auditivas normais dentro dos limites até 25dB; 8(6,4%) possuem perda auditiva induzida pelo ruído. A empresa F participou com 63(33,5%) da amostra total. Destes, 49(77,8%) apresentaram *déficit* auditivo dentro da normalidade; 13(20,6%) apresentaram deficiência auditiva induzida pelo ruído, e 1(1,6%) trabalhador com lesão provocada pelo ruído e outras causas.

### **5.9.2. Para o Ouvido Esquerdo**

Notou-se que dos 125 participantes da empresa W, 110(88%) possuem perdas auditivas com limites normais aceitáveis de 25dB, enquanto 15(12%) registram deficiências auditivas induzidas pelo ruído. A empresa F mostrou comportamento similar à análise da empresa W.

Nos grupos de ambas as empresas, pode-se perceber a existência de perda auditiva bilateral (Gasaway, 1982; Miranda e Dias, 1993), mas com lesões mais acentuadas na audição esquerda. Como já foi mencionada, a assimetria referente às perdas dos limiares pode não se relacionar apenas às diferenças biológicas individuais, mas também, à desproporcionalidade da incidência sonora.



### **5.10. Discussão Quanto aos Níveis de Ruído nos Postos de Trabalho Medidos nas Proximidades dos Ouvidos Direito e Esquerdo do Trabalhador, por Empresa**

Ao se analisar o grupo de trabalhadores nos postos de trabalho, dentro das categorias de níveis de ruído, comprovou-se que 75 (75,6%) destes, pertencentes à empresa W, desempenham atividades em setores operacionais com níveis de ruído acima de 85dB(A). Para a empresa F, 4 (4,2%) dos trabalhadores em setores operacionais executam atividades expostos a níveis de ruído até 85dB(A). Notou-se que na empresa W não existe nenhum setor operacional com nível de ruído  $\leq 85\text{dB(A)}$ .

Em síntese, dos 99 (52,7%) trabalhadores submetidos às avaliações nos postos de trabalho, 4 (4,2%) executam tarefas expostos a níveis de ruído  $\leq 85\text{dB(A)}$ , e 95 (95,8%), expostos a níveis de ruído  $> 85\text{dB(A)}$ .

Concluindo, percebe-se que os resultados da investigação mostram a complexidade do tema, quando se tenta entender o relacionamento entre as variáveis investigadas.

Encerra-se, pois, esta discussão com o propósito de levar as empresas a pensarem em medidas técnicas e administrativas de tomadas de decisões, quanto ao investimento em controles capazes de contornar as situações negativas, decorrentes desta investigação, de maneira a inserir o trabalhador no contexto organizacional, sempre com características saudáveis.

## CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 6.1. Conclusões

Uma investigação deste tipo, realizada no interior de ambientes industriais, proporcionou arrolar uma quantidade imprevista de dados. Foi possível estudar algumas categorias de sintomas biológicos e psicossociais manifestadas pelos trabalhadores durante o desempenho de atividades laborais.

As conclusões revelam claramente que o indivíduo no cotidiano do fluxo organizacional, submetido aos impactos dos níveis de ruído, apresenta alterações biológicas, em termos de perda do limiar auditivo, como também, alterações psicossociais.

Dentro da proposta de modelo de pesquisa, pôde-se, portanto, comprovar a prevalência de algumas dessas alterações.

Por fim, este trabalho constatou que:

- alterações biopsicossociais foram manifestadas pela maioria dos participantes (70%);
- o estudo revelou a influência do ruído sobre alguns dos aspectos biopsicossociais, mas a dinâmica das alterações pode envolver outros aspectos multifatoriais que merecem investigação;
- as maiores incidências de P.A.I.R. aconteceram em relação à audição esquerda do trabalhador com 28 casos (28,3%);
- as manifestações de sintomas biológicos de maior prevalência foram de dor de cabeça e fadiga física, com 67,2%(84) e 62,4%(78) para a empresa W e 73%(46) e 61,9%(39) para a empresa F, respectivamente;
- as manifestações de sintomas psicossociais de maior prevalência foram de ansiedade e irritação com 61,6%(77) e 72%(90) para a empresa W, e 49,2%(31) e 73%(46) para a empresa F, respectivamente;
- as mulheres concentram suas atividades em setores do tipo administrativo, enquanto os homens, em setores do tipo operacional;

- a faixa etária que apresentou maior índice de P.A.I.R. foi entre 25 a 35 anos;
- a faixa de tempo de serviço que apresentou maior índice de P.A.I.R. foi entre 10 a 15 anos;
- percebeu-se a evolução da P.A.I.R. com o aumento da idade;
- percebeu-se a evolução da P.A.I.R. com o aumento do tempo de serviço;
- os setores que apresentaram maior grau de comprometimento de P.A.I.R. foram: Setor III (Furação de Portas, Montagem de Caixotes, Embalagem, Limpeza, Chapeação); Setor IV (Coladeiras, Manutenção, Serra Circular, Centro de Usinagem), Setor VI (Grampeamento) e Setor VII (Prensas);
- a empresa W apresentou um percentual de 6,4%(8) de trabalhadores com P.A.I.R., enquanto a empresa F apresentou um percentual de 20,6%(13) em relação ao ouvido direito;
- em relação ao ouvido esquerdo, a empresa W apresentou uma taxa de 12%(15) de trabalhadores comprometidos com P.A.I.R., e a empresa F apresentou os mesmos resultados anteriores, ou seja, 20,6%(13);
- na empresa W, 75,6%(75) dos trabalhadores de setores operacionais desempenham atividades expostos a níveis de ruído acima de 85dB(A), enquanto na empresa F são 20,2%(20);
- de modo geral, a maioria dos trabalhadores dos setores operacionais encontra-se submetido a níveis acima do limite estabelecido pela norma NR-15 (85dBA), para uma jornada de 8 horas/dia;
- todos os setores administrativos apresentaram níveis de ruído acima dos considerados de conforto, conforme preceitua a norma NBR-10152; e,
- as baixas taxas de perda dos limiares auditivos verificadas para ambos os ouvidos, revelam que os trabalhadores possuem conscientização a respeito do uso do dispositivo de proteção auricular, bem como dos perigos provocados pelo ruído.

O Quadro 6.1 mostra, de forma sintética, a confrontação de cada objetivo proposto com o desempenho alcançado nas conclusões finais deste trabalho.

Quadro 6.1 – Demonstrativo de cada objetivo proposto com os resultados finais da investigação.

Objetivos Propostos	Confrontação Final
Primeiro	As medidas foram realizadas a contento.
Segundo	Foram desenvolvidos os mapeamentos para cada Planta Industrial em estudo.
Terceiro	A proposta do modelo de pesquisa foi desenvolvida.
Quarto	Os resultados dos exames audiométricos foram observados, constatando-se que apenas 7,4% dos trabalhadores incluídos na amostra apresentam deficiência auditiva induzida pelo ruído.
Quinto	Alterações biopsicossociais foram observadas, havendo destaque de maior associação entre algumas delas.
Sexto	As sugestões para futuras pesquisas encontram-se no corpo do capítulo final.
Geral	Foram satisfeito através dos objetivos específicos.

## 6.2 Relevância e Contribuições

Existe um grande número de trabalhos sobre dos aspectos parciais, e porque não dizer, de casos isolados, a respeito dos efeitos provocados pelo ruído, mas até o momento, não se registra nenhum trabalho esta abrangência. .

Deste modo, buscou-se suavizar esta latência cognitiva relacionada à influência do estímulo sonoro no ambiente de trabalho, abordando simultaneamente aspectos biológicos e psicossociais ligados ao trabalhador.

A relevância de estudos desta natureza destaca-se na medida em que não existem evidências de que pesquisas, como esta proposta, estejam sendo realizadas em instituições acadêmicas no país.

A presente investigação procura contribuir concomitantemente com a Engenharia de Produção e a Psicologia Ambiental e do Trabalho, em nível teórico, com a geração de conhecimentos para um melhor entendimento das relações existentes entre o sistema organizacional e sua possível influência sobre a força de trabalho, a respeito dos impactos sonoros sobre aspectos biopsicossociais.

O estudo contribui não somente para o enriquecimento da literatura acadêmica, mas também, para o campo da prática organizacional pelo fato de se tratar de uma investigação sistêmica, que através da proposta de modelo de pesquisa, indica marcos para tomada de decisões (controles), calcada em observações convincentes para o desenvolvimento sustentável.

Assim, este estudo representa uma importante fonte de referência para o entendimento da aprendizagem a respeito do ruído no ambiente ocupacional. Fundamentada no referencial teórico, a pesquisa oferece uma descrição e interpretação de elementos básicos da aprendizagem, apresentando e discutindo os resultados de maneira explícita.

Por isso, é que se firma a idéia de as principais contribuições desta pesquisa estarem centradas em razões de ordem teórica e prática, sendo ambas, fortes indicadores de relevância.

### **6.3 Sugestões Para Futuros Trabalhos**

A relação observada entre os aspectos biopsicossociais e o ruído no ambiente de trabalho provou ser um problema complexo, em virtude da associação multifatorial existente, de maneira que as soluções exigem o envolvimento multidisciplinar. Todavia, apontam-se aqui algumas diretrizes que podem auxiliar nas soluções, tanto no plano prático quanto no plano de conhecimento.

Com base nos resultados obtidos e considerando a importância da integridade biopsicossocial do indivíduo, no ambiente de trabalho, recomenda-se, no plano prático, que sejam incorporadas ao sistema organizacional medidas eficientes de controle, como pressuposto básico de sua política cultural; que os diversos subsistemas atuem de modo integrado no combate às disritmias investigadas; que os agentes que se encarregam da fiscalização das políticas de saúde e segurança, adotem uma visão holística com respeito ao indivíduo, incorporando conhecimentos que conduzam ao desenvolvimento de ambientes laborais saudáveis.

No plano de conhecimento recomenda-se:

- Estender a pesquisa em relação a setores fabris administrativos, no sentido de efetuar medidas de níveis de ruído a altura dos ouvidos do trabalhador no posto de trabalho;

- Estender a pesquisa em relação a estudar alterações biológicas, tais como: alterações na pressão sanguínea, alterações cardiovasculares, alterações endócrinas, dentre outras, durante a execução das tarefas, no posto de trabalho;
- Estender a pesquisa, considerando outros fatores físicos ambientais, além do ruído, como: vibrações, iluminação, temperatura, ventilação, gases, vapores etc., muitas vezes presentes no ambiente ocupacional;
- Estender a pesquisa em relação às condições de trabalho, através da análise ergonômica do posto de trabalho;
- Estender a pesquisa com a utilização de outros instrumentos de pesquisa, além do questionário;
- Estender a pesquisa através do uso de novas ferramentas estatísticas, ou outros instrumentos que se preocupem em examinar, com rigor científico, a variedade de atributos individuais com vistas a ampliar a análise realizada; e,
- Estender a pesquisa através da aplicação de retestes audiométricos na amostra em estudo, a fim de acompanhar a trajetória dos limiares auditivos.

Os conceitos e teorias utilizados neste trabalho são abrangentes e complexos. Uma intervenção de grande abrangência por certo tomará maior tempo e recursos.

Com base na revisão de literatura, pode-se, no entanto, apontar os seguintes argumentos quanto às contribuições do estudo:

- Existe uma perspectiva de avanço científico em se pesquisar dentro de uma abordagem interativa tecno-biopsicossocial, voltada para o desenvolvimento do tema; e,
- Trata-se de uma contribuição de relevância científica por discutir a geração de conhecimentos; e de relevância social pelo caráter de seu desenvolvimento empírico, aproveitável no contexto do sistema organizacional.

Em termos práticos, a pesquisa pode contribuir oferecendo subsídios à organização, proporcionando informações para discussão e aperfeiçoamento da forma de gestão, do ruído no ambiente de trabalho, fortalecendo os aspectos positivos, e auxiliando nas dificuldades de seu desenvolvimento.

Em termos teóricos, pretende-se contribuir gerando maiores níveis de conhecimentos nos meios acadêmicos de modo que as necessidades de mudanças sejam implementadas com segurança.

A pesquisa poderá contribuir, também, para a otimização da gestão ambiental em nível industrial, mediante a utilização do modelo proposto que incorpora o indivíduo (trabalhador) ao sistema organizacional, sem a isenção dos seus aspectos biopsicossociais.

A discussão e a abordagem do tema sob o enfoque do modelo proposto de trabalho permitiu a compreensão. Os impactos provenientes do ruído ocupacional e a prevalente característica de subjetividade por parte de quem os sentem e percebem, levam-no a formação de juízos de valores. Cada trabalhador tem suas próprias manifestações, mesmo que estas ocorram simultaneamente em todo o organismo.

As alterações biopsicossociais, geralmente, são decorrentes das condições ambientais e fatores interativos, além do estímulo sonoro.

O controle sobre o ruído pode e deve ser tomado pela empresa, de modo a permitir um ambiente de trabalho com características salutar.

O estudo permitiu, pois, uma investigação que abre caminhos para novas pesquisas com características holísticas, voltadas para o indivíduo como ser, como gente, como pessoa quando no desenvolvimento de atividades no ambiente de trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATHERLEY, G., NOBLE, W. **Occupational Deafness: the continuing challenge of early German and Scottish research.** Am J. of Ind Med. 8: 101-117, 1985.

ANDRÉN, L.; HANSSON, L.; BJORKAMN, M. et al **Noise as a contributory factor in the development of elevated arterial pressure.** Acta Med Scand, 207: 493-498, 1980.

AHRLIN, U., OHRSTROM, E. **Medical effects of environmental noise on human.** JSV 59(1), 79-87, 1978.

AXELSSON, A. **Diagnosis and treatment of occupational NIHL.** Acta Otolaryngology (suppl 360), 86-87, 1979.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10152 – *Níveis de Ruído para Conforto Acústico*, dez/1987.

AREND, W. A.; GEMMERT, V.; GALEN, G. P. V. **Stress, neuromotor noise and human performance: a theoretical perspective.** Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, Vol.23, nº 5; 1299-1313, 1997.

ALMEIDA, F. S. **Avaliação auditiva e prevenção da surdez.** Rev. Bras de Otorrinolaringologia, Vol.59, nº 2, 1993.

ABEL, S. M. **Noise induced hearing loss and hearing protective devices.** Canadian J. of Public Health, Vol. 77 (suppl 1); 104-107, May/June 1986.

ANDERSSON, G. et al **An evaluation of a behavioural treatment approach to hearing impairment.** Behav. Res. Ther. Vol. 33 nº 3, p. 283-292, 1995.



ALVES FILHO, J. M. **Avaliação de ruído na indústria madeireira.** (Monografia de Especialização em Engenharia de Segurança e do Trabalho). Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC. Florianópolis, 1996.

ALVES FILHO, J. M. **Influência da composição do tráfego sobre o ruído gerado por rodovias.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1997.

ARAÚJO, G. M.; REGAZZI, R. D. **Perícia e avaliação de ruído e calor – passo a passo.** 1.<sup>a</sup> edição. Rio de Janeiro: (s.n.), 1999.

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

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

BORG, E. **Physiological and Pathogenic Effects of Sound.** Acta Otolaryngol. (Suppl.381), pp.1-68, 1981.

BURNS, W. **Noise and man.** London, 1973.

BARBENZA, C. M.; UHRLANDT, M. S. S.; de VILA, S. N. C. **Possibles factores incidentes en el tratamiento de la sensibilidad al ruído.** ACTA Psiquiat. Psicol. Amér.Lat.; 35 (3-4), 152-159, 1989.

BERGER, E. H. **Hearing protector performance: how the work and what goes wrong in the real world.** Sound and Vibration. October, 1980.

BAUER, P.; KORPERT, K.; NEUBERGER, M. et al **Risk factors for hearing loss at different frequencies in population of 47388 noise-exposed workers.** JASA 90(6), 3086-3098, December 1991.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Secretaria de Segurança e Medicina do Trabalho. Portaria n.º 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, 45.<sup>a</sup> edição, São Paulo: Editora Atlas S.A., 1999.

BRASIL. Portaria do INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDADE SOCIAL (INSS) com respeito a **Perda Auditiva por Ruído Ocupacional**. Diário Oficial da União nº 131, de 11 de julho de 1997; seção 3; páginas 14244 a 14249.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Secretaria de Segurança e Saúde do Trabalho; Portaria N.º23, de 14 de novembro de 1996. **Norma Técnica para Controle de Audição em Trabalhadores Expostos a Níveis Elevados de Pressão Sonora**, 1996. (In: Rev. PROTEÇÃO; Jan/97; p.62).

BROWN III, J. E.; THOMPSON, R. N.; FOLK, E. D. et al **Certain non-auditory physiological responses to noise**. Am Ind Hyg Assoc Journal; 36: 285-291, 1975.

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

BROADBENT, D. E. **Noise in relation to annoyance, performance and mental health**. JASA 68(1), July, 1980.

BAÑOL, F. S. **Biomúsica**. São Paulo: Ícone, 1993.

BELACHEV, A.; BERHANE, Y. **Noise Induced Hearing Loss among textile workers**. <http://www.cih.uib.no/journals/EJHD/ejhd-v13/ejhd-v13-nº 2-69v2.htm>. August,2000.

CLARK, W. W. **Hearing: the effects of noise**. Otolaringologo Head Neck Surg; 106: 669-676, 1992.

CORSO, J. F. **Age correction factor in noise-induced hearing loss- a quantitative model**. Audiology 19: 221-232,1980.

COHEN, S. **After effects stress on human performance and social behavior: a review of research and theory**. Psychological Bulletin; Vol. 88, nº 1, 82-108, 1980.

COHEN, S.; WEINSTEIN, N. **Non-auditory effects of noise on behavior and health.** Journal of Social Issues, Vol. 37, nº 1. 1981.

COLLEONI, N.; FISS, E.; TOLDO, A. et al **Ruídos industriais, perturbações auditivas e suas profilaxias.** Rev Bras de Saúde Ocup Vol. 9 nº 36, 77-80; out,nov,dez/1981.

CASALI, J. G.; LAM, S. T.; EPPS, B. W. **Rating and ranking methods for hearing protector wear ability.** Sound and Vibration. December,1987.

CARVALHO, A. M. **Barulho e desempenho: aspectos ergonômicos.** Rev. Bras de Saúde Ocupacional, nº 50, Vol. 13; abril/maio/junho, 1985.

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

COX, T.; FERGUNSON, E. **Measurement of the subjective work environment.** Taylor & Francis, Ltd. 1994.

CUNNIFF, R. F. **Environmental noise pollution.** New York, 1977.

COSTA, S. S. **A atividade carbonífera no sul de Santa Catarina e suas conseqüências sociais e ambientais, através de análise estatística multivariada.** (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 170p. 2000.

DIEHL, G. M. **Acoustics machinery.** New York, 1973.

DIEROFF, H. G. **Behaviour of high frequency hearing in noise.** Audiology 21: 83-92, 1982.

DEAN, J. **Industrial noise control – a sistematic approach.** Noise Control Vibration Isolation; 65-71, Feb, 1979.

DEJOURS, C.; ABDOUCHELI, E.; JAYET, C. **Psicodinâmica do Trabalho. Contribuições da Escola Dejouriana à Análise da Relação Prazer, Sofrimento e Trabalho.** 1.<sup>a</sup> edição. São Paulo: Editora Atlas, 1994.

FERREIRA, A. B. H. **Novo Dicionário da Língua Portuguesa.** 2.<sup>a</sup> edição. Editora Nova Fronteira. Rio de Janeiro, 1986.

FINKELMAN, J. M.; ZEITLIN, R. L.; ROMOFF, R. Q. et al. **Conjoint effect of physical stress and noise stress on information processing performance and cardiac response.** Human Factors; 21(2), 1-6, 1979.

FERNANDES, J. C. **Avaliação dos níveis de ruído em tratores agrícolas e seus efeitos sobre o operador.** Faculdade de Ciências Agrônomicas- Unesp, Campus de Bauru. (Tese de Doutorado). São Paulo, 1991.

FIORINI, A. C. SILVA, S. A. BEVILÁQUIA, M. C. **Ruído, comunicação e outras alterações.** SOS- Saúde Ocupacional e Segurança; 49-60, 1991.

FRANÇA, A. C. L., RODRIGUES, A. L. **Stress e Trabalho: guia prático com abordagem psicossomática.** São Paulo: Atlas, 1996.

FRANKENHAUSER, M., LUNDBERG, U. **Immediate and delayed effects of noise on performance and arousal.** Biological 'Psychology' 2, 127-133, 1974.

FUNDACENTRO. NHO 01. **Norma de Higiene Ocupacional (Procedimento Técnico): Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído.** São Paulo, 2001.

GLASS, D. C.; REIM, B.; SINGER, J. E. **Behavioral consequences of adaptation to controllable and uncontrollable noise.** Journal of Experimental Social Psychology, 7: 244-257, 1971.

GANONG, W. F. **Fisiologia Médica.** São Paulo. Ed. Atheneu, 5.<sup>a</sup> edição, 1989.

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

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

GULIAN, E.; THOMAS, J. R. **The effects of noise, cognitive set and gender on mental arithmetic performance**. *British Journal of Psychology*, 77: 503-511, 1986.

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

GRIEFAHN, B.; di NISI, J. **Mood and cardiovascular functions during noise related to sensitivity type of noise and sound pressure level**. *JSV*, 155(1); 111-123, 1992.

GAWRON, V. J. **Performance effects of noise intensity, psychological set, and task type and complexity**. *Human Factors*, 24(2), 225-243, 1982.

GLORIG, A. **The effects of noise on hearing**. *The Journal of Laryngology and Otology*, 447-478, 1961.

GARCIA, A. **Noise survey in the community of Valencia (Spain)**. *Acustica-acta acustica*, Vol. 83, 516-521, 1997.

GRANADA, H. **Psicología y salud ambiental: percepción y valoración de factores de riesgo en un escenario laboral**. *Cadernos de Psicología*, Vol. 13, Num. 1,2, 1994.

GAWRON, V. J. **Noise, effects and after effects**. *Ergonomics*, Vol.27, nº 1, p.5-18, 1984.

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

GERGES, S. N. Y. **Ruído – um novo método**. *Revista Proteção*, julho/1999.

HALL, W. H. **Noise and hearing loss**. NIH Consensus Statement, 22-24; 8(1): 1-24, Jan/1990.

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

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

HÉTU, R.; LALONDE, M.; GETY, M. S. **Psychosocial disadvantages associated with occupation hearing loss as experienced in the family**. *Audiology* 26: 141-152(1987).

HAMERNICK, R. P.; AHROON, W. A. DAVIS, R. T. **Noise and vibration interactions: effects on hearing**. *JASA* 86(6), 2129-2137, December, 1989.

HUMES, L.E. **Noise-induced hearing loss as influenced by other agents and by some physical characteristics of the individual**. *JASA*, 76(5); p.1318-1329, Nov/1984.

HEMPSTOCK, T. I.; HILL, E. **The attenuations of some hearing protectors as used in the workplace**. *Ann Occup Hyg* Vol. 34, nº 5; 453-470, 1990.

IBAÑEZ, R. N. **Programa de Conservação Auditiva**. *Rev Bras de Otorr* Vol. 59, nº 4, 260-262, 1993.

INTERNATIONAL SATANDARD ORGANIZATION-ISO 1999 **Acoustics determination of occupational noise exposure and estimation of noise induced hearing impairment**. Geneva 1990.

JORGE, Jr. J. J. **Avaliação dos limiares auditivos de jovens e sua relação com hábitos de exposição à música eletronicamente amplificada**. (Tese de Doutorado). Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993.

JOHNSON, D. L. **Field studies: industrial exposures**. *JASA* 90(1), 170-174, July, 1991.

JOHNSON, R.; WICHERN, D., W. **Applied Multivariate Statistical Analysis**. Prentice-Hall International, Inc, 4.<sup>a</sup> edição, 1998.

KATZ, D.; KAHN, R. L. **Psicologia social das organizações**. 3.<sup>a</sup> edição. São Paulo: Editora Atlas, 1987.

KARMY, S. J. **Occupational Deafness**. In I MechE Conference Publications, C246/77, 1977, pp. 1-8.

KRYTER, K. D. **The effects of noise on man**. New York, NY: AcademyPress, 1985.

KRYTER, K. D. **Presbycusis, Sociocusis and Nosocusis**. JASA 73(6), 1887-1916, June, 1983.

KRISTENSEN, T. S. **Cardiovascular diseases and the work environment**. Scand J Work Environ Health; 15: 165-174, 1989.

KENT, S. J.; von GIERKE, H. E.; TOLAN, G. D. **Analysis of the potencial association between NIHL and cardiovascular disease in USAF Aircrew Members**. Aviation Space and Environmental Medicine, April 1986.

KRICHAGIN, V. J. **Health effects of noise exposure**. JSV: 59(1), 65-71, 1978.

KOELEGA, H. S.; BRINKMAN, J. **Noise and vigilance: an evaluation review**. Human Factors, 28(4), 465-481, 1986.

KITECK, P. D. **Noise in the textile industry – proven noise control techniques**. Sound and Vibration. 26-33, October, 1989.

KJELLBERG, A. **Subjective, behavioral and psychophysiological effects of noise**. Scand. J. Work Environ. Health; 16(suppl 1): 29-38, 1990.

KWITKO, A.; PEZZI, R. G.; SILVEIRA, M. S. **Exposição a ruído ocupacional e pressão sangüínea**. Rev. Bras. de Otorrinolaringologia, Vol.62, nº 2, 1996.

KWITKO, A. **Perda auditiva ocupacionais: análise de níveis e diagnóstico**. Revista Bras. de Med Otorrinolaringologia (RBM-ORL), Vol. 3, nº 3; 156-164, maio/1996.

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

LEES, R. E. M.; ROMERIL, C. S.; WETHERALL, L. D. **A study of stress indicators in workers exposed to industrial noise.** Canadian J of Public Health, Vol. 71, July; 261-265, August, 1980.

LALONDE, N, M.; LAMBERT, J.; RIVERIN, L. **Quantification of the psychosocial disadvantages experienced by workers in a noisy industry and their nearest relatives: perspectives for rehabilitation.** Audiology 27: 196-206, 1988.

LÉVY, L.; MOSER, G. **Individual differences in noise annoyance: four explanations.** Elsevier Science Publishers B. V. (Biomedical Division). Environmental Annoyance: Characterization, Measurement and Control. H. S. Koelega Editor, 1987.

LENZI, A. **Ruídos e Vibrações.** (Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001.

McKENNA, L. **Alguns aspectos psicológicos da surdez.** In: Ballantiny, J., et al – SURDEZ. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, p. 227, 230, 1995.

MERLUZZI, F., et al. **Soglia uditiva di lavoratorinon esposti a rumore professionale: valori di riferimento.** In: Fernandes, J. C. Avaliação dos níveis de ruído em tratores agrícolas e seus efeitos sobre o operador. Faculdade de Ciências Agronômicas –Unesp, Campus de Bauru (Tese de Doutorado). São Paulo, 1991, p. 29.

MELAMED, S., BRUHIS, S. **The effects of chronic industrial noise exposure on urinary cortisol, fatigue and irritability.** JOEM Vol. 38, nº 3, 252-256, March, 1996.

MELAMED, S., BRUHIS, S. **The effects of chronic industrial noise exposure on urinary cortisol. Fatigue, and irritability- a controled field experiment.** JOEM, Vol 38, nº3, March, 1996.



MELAMED, S.; LUZ, J.; GREEN, M. S. **Noise exposure, noise annoyance and their relation to psychological distress, accident and sickness absence among blue-collar workers- the CORDIS study.** Israel J Med Sci, Vol. 28 n° 8-9, August, September, 1992.

MELAMED, S.; FRIED, Y.; FROOM, P. **The interactive effects of chronic exposure to noise and job complexity on changes in blood pressure and job satisfaction: a longitudinal study of industrial employees.** American Psychological Association. Vol 6, n°3, 182-195, 2001.

MARCONI, M. A., LAKATOS, E.M. **Técnicas de Pesquisa.** São Paulo: Atlas, 1996.

MOREIRA, N. M., BRYAN, M. E. **Noise annoyance susceptibility.** JSV; 21(4), 449-462, 1972.

MOLINE, J.; GUNDERSON, E.; CATALANO, P. **Risks of development NIHL in employees of urban music clubs.** Am J Ind Med 31: 75-79, 1997.

MELNICK, W. **Evaluation of industrial hearing conservation programs: a review and analysis.** Am Ind Hyg Assoc Journal 45(7): 459-467, 1984.

MOLLER, A. R. **Occupational noise as a health hazard: psychological viewpoint.** Scand J Work Environ Health, 3; 73-79, 1977.

MELNICK, W. **Noise and hearing loss.** In: Keith, R.W. (Audiology for the physician) Baltimore, Williams & Wilkins: Cap. 10, p. 213-137, 1980.

MOSER, G. **Urban Stress na helping behavior: effects of environment overload, and noise on behavior.** Journal of Environ Psychology: 8, 287-298, 1988.

MIYAKITA, T., UEDA, A. **Estimates of workers with noise-induced hearing loss and population at risk.** JSV: 295(4), 491-449, 1974.

MILLER, J. D. **Effects of noise on people.** JASA Vol. 56, n° 3; 729-764, September, 1974.

MIRANDA, C. R.; DIAS, C. R. **Perda Auditiva Induzida Pelo Ruído em Trabalhadores em Bandas e Trios Elétricos de Salvador, Bahia.** Rev. Bras. de Otorrinolaringologia, 64(5) parte 1; 495-504, Set e Out/1998.

MARIOTTO, S. B.; OLIVEIRA, T. M. T.; e ALBERNAZ, P. L. M. **Perda auditiva induzida pelo ruído: um enfoque sobre a mudança temporária no limiar.** Acta AWHO, Vol. XIV, nº 1, Jan/Abr, 1995.

MENDES, R. C. C. G., Barrinuevo, C. E., França, D. R. et al **Risco de surdez ocupacional em telefonistas.** Rev. Bras de Otorrinolaringologia, 63(1); 15-20, Jan/Fev, 1997.

MORO, F. B. P. **Investigação do efeito de características industriais na organização: uma abordagem sistêmica.** (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. Florianópolis, 1997.

MALATHI, A. **Auditory and extra-auditory effects of noise stress and underlying mechanisms of its causation in occupation environment of aviation.** <http://www.Indiapilots.org/AUDITORY.htm>. May, 2001.

NURMINEN, T. **Female noise exposure shift work, and reproduction.** JOEM, Vol.37 nº 8, August,1995.

NEITZEL, R. **Introduction to Noise Induced Hearing Loss and Noise Exposure in the Construction Industry.** <http://www.stall.washington.edu/rneitzel/intro.htm>. February, 2001.

NITA, G., Herman, H.; Forestraeru, C. T. et al **Study of extra auditory effects of the industrial noise on the organism.** <http://www.dhtcj.edu/tj/occupational-congress/physical/extra-auditory-effects.htm> October, 2001.

NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH AND THE WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Noise induced hearing loss.** <http://healthlink.mcw.wdu/article/965928293.html> July, 2001.

OSADA, Y. **An overview of health effects of noise.** JSV: 127(3), 407-410, 1988.

OLIVEIRA, T. M. T.; REIS, A. B. F.; BOSS, C. et al **Implantação de um Programa de Conservação Auditiva em uma indústria de bebidas.** Revista Bras de Saúde Ocupacional, nº 89/90, Vol.24, 31-36.

OHRSTROM, E.; BJORKMAN, M.; RYLANDER, R. **Subjective evaluation of work environment with special reference to noise.** JSV: 65(2), 241-249, 1979.

OBATA, J.; MORITA, S.; HIROSA, K. et al **The effects of noise upon human efficiency.** JASA: Vol. V, 255-261, 1934.

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

PLOMP, R.; GRAVENDEEL, D. W.; MIMPEN, A. M. *Relation of hearing loss to noise spectrum.* JASA Vol.35, nº 8, Aug/1963.

POULOS, A. C.; WASSERMAN, D. E.; DOYLE, T. E. **Occupational impact/impulse noise: an overview.** Sound and Vibration; January, 1980; 8-12.

PAGE, R. A. **Noise and helping behavior.** Environment and Behavior, Vol. 9 nº 3; 311-334, September, 1977.

PERCIVAL, L.; LOEB, M. **Influence of noise characteristics on behavioral aftereffects.** Human Factors, 22(3); 341-352; 1980.

PERSSON, K.; RYLANDER, R. **Disturbance from low-frequency noise in the environment: a survey among the local environmental health authorities in Sweden.** JSV: 121 (2), 339-345, 1988.

PERSSON, K.; BJORKMAN, M. **Annoyance due to low frequency noise and the use of the dB(A) scale.** JSV: 127 (3), 491-497, 1988.

PRICE, G. R. **Age as a factor in susceptibility to hearing loss: young versus adults ears.** JASA, Vol. 60, nº 4 October , 1976.

PHANEUF, R.; HÉTU, R. **An epidemiological perspective of the causes of hearing loss among industrial workers.** The Journal of Otolaryngology 19:1; 31-40, 1990.

QUICK, T. C., LAPERTOSA, J. B. **Contribuição ao estudo das alterações auditivas e de ordem neuro-vegetativas atribuíveis ao ruído.** Rev. Bras. De Saúde Ocupacional, Vol. 9, nº 36, Out,Nov,Dez/1981.

RACHOOTIN, P.; OLSEN, J. **The risk of infertility and delayed conception associated with exposures in the Danish workplace.** Journal of Occupational Medicine, Vol. 25, nº 5; 394-420, May, 1983.

RIES, P. W. **Vital and Health Statistics – prevalence and characteristics of persons with hearing trouble:United States, 1990/90.** U.S. Department of Health and Human Services. National Center of Health Statistics; 1-75, March, 1994

RAI, R. M.; SINGH, A. P.; UPADHYAR, T. N. et al **Biochemical effects of chronic exposure to noise in man.** Int Arch Occup Environ Health(1981) 48:331-337.

REYNOLDS, D. D. **Engineering Principles of Acoustics – noise and vibration controls.** Boston, 1985.

ROTTON, J.; OLSZEWSKI, D.; CHARLETON, M. et al. **Loud speech, conglomerate noise and behavioral aftereffects.** Journal of Applied Psychology. Vol. 63, nº 3, 360-365, 1978.

RILEY, P. P. **Rating of noise nuisance.** Noise Control Vibration Isolation, 87-90, March, 1979.

RYLANDER, R.; SÖRENSEN, S.; KAIJLAND, A. **Annoyance reactions from aircraft noise exposure.** JSV: 24(4), 419-444, 1972.

ROYSTER, L. H.; ROYSTER, J. D.; THOMAS, W. G. **Representative hearing levels by race and sex in North Carolina Industry.** JASA 68(2); 551-566, August, 1980.

RICE, C. G. **Human response effects of impulse noise.** JSV: 190(3), 525-543, 1996.

RAMAZZINI, B. **As Doenças dos Trabalhadores.** 2.<sup>a</sup> Edição. São Paulo: FUNDACENTRO, 1999.

RABINOWITZ, P. M. **Noise Induced Hearing Loss.** Am. Fam. Physician Vol. 61, ISS9; May 1, 2000.

RODRIGUES, M. C. N. **Expostos ao Barulho.** Proteção; 50-57, Outubro, 1995.

ROCHA, A. **Efeitos do ruído sobre a saúde.** <http://www.omnicom.com.br/ocanal/saude.htm> Outubro, 2001.

STONE, J. **Industrial deafness – prevention or compensation?** Applied Ergonomics; 130-135, September, 1974.

SELIGMAN, J. **Perda auditiva induzida pelo ruído relacionada ao trabalho.** Acta AWHO, Vol XIII, n.º 3, 126-127, Setembro – Dezembro, 1994.

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

SUNDSTROM, E. **Work environment offices and factories.** Handbook of environmental psychology. New York. Cap.19, 1987.

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

SZANTO, Cs, IONESCU, M. **Influence of age and Sex on hearing threshold levels in workers exposed to different intensity levels of occupational noise.** Audiology 22: 339-356, 1983.

SCHWETZ, F.; DOPPLER, U.; e SCHEWEZIR, R. **The critical intensity for occupational noise.** Acta Otololaryngo, Vol. 89: 358-361, 1980.

SINGH, A. P.; RAI, R. M.; BHATIA, M. R. et al **Effects of chronic and acute exposure to noise on physiological function in man.** Int Arch Occup Environ Health ; 50: 169-174, 1982.

SANTOS, U. P.; MATOS, M. P.; MORATA, T. C. et al **Ruídos: riscos e prevenção.** Hucitec: São Paulo, 1994.

SANTOS, M. F. C.; BETHANCOURT, M. L. B. T.; TEDESCO, M. L. F. **Prevenção de problemas auditivos numa indústria.** HOSPITAL – Adm e Saúde, Vol. 16 nº 3, Maio/Junho 1992.

SMITH, A. **A review of the non-auditory effects of noise on health.** Work and Stress, Vol.5 nº 1, 49-62, 1991.

SMITH, A. **A review of the effects os noise on human performance.** Scand J of Psy, 30, 185-206, 1989.

SMITH, A. **Noise, performance efficiency and safety.** Int. Arch. Occup, Environ. Health; 62: 1-5, 1990.

SAKAMOTO, H.; HAYASHI, F.; TSUJIKAWA, M. et al. **Psycho-physiological responses by listening to some sounds from our daily life.** JSV, 205(4) 1997; 499-503.

SMITH, A. P.; BROADBENT, D. E. **Effects of noise on performance on embedded figures tasks.** Journal of Applied Psychology, Vol. 65, nº 2; 246-248, 1980.

STENKELENBURG, M. **Noise at work – tolerable limits and medical control.** Am. Ind. Hyg. Assoc. Journal; (43), June, 1982.

SATO, K. **Effects of noise on higher nervous activity.** JSV: 127(3), 419-424, 1988.

SUTER, A. H. **Noise and its effects – Conference Concultant**. November, 1991, 1-53.

SKINNER, B. F. *Ciência e comportamento humano*. 10.<sup>a</sup> Edição. São Paulo: Editora Martins Fontes, 1998.

STEVENSSON, W. J. *Estatística Aplicada à Administração*. São Paulo: Editora HARBRA, 1986.

TALBOTT, E. O.; FINDLAY, R. C.; KULLER, L. H. et al. **Noise Induced Hearing Loss: a possible marker for high blood pressure in older noise-exposed populations**. J Occup Med Vol. 32, n° 8 August, 1990.

TALBOTT, E. O.; HELMKAMP, J.; MATTHEWS, K. et al **Occupational noise exposure, noise induced hearing loss, and the epidemiology of high blood pressure**. Am J of Epid Vol. 121, n° 4: 501-514, 1985.

TALBOTT, E. O. **Evidence for a Dose-Response relationship between occupational noise and blood pressure**. <http://www.findarticles.com>. March, 1999.

THEOLOGUS, G. C.; WHEATON, G. R.; FLEISHMAN, E. A. **Effects of intermittent, moderate intensity noise stress on human performance**. Journal Applied Psychology, Vol. 59, n° 5; 539-547, 1979.

TRIVIÑOS, A. N S. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais- a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

TOUMA, J. B. **Controversies in noise-induced hearing loss(NIHL)- review**. Ann. Occup. Hyg. Vol. 36, n° 2, pp. 199-209, 1992.

TARTER, S .K.; ROBINS, T. G. **Chronic noise exposure, high-frequency hearing loss, and hypertension among automotive assembly workers**. J Occup Med Vol.32, n.° 8 August, 1990

Van DIJK, F. J. H. **Non-auditory effects of noise in industry II- a review of the literature.** Int Arch Occup Environ Health: 58: 325-332, 1986.

Van DIJK, F. J. H.; VERBEEK, J. H. A. M.; de VRIES, F. F. *Non-auditory effects of noise in industry V – a field study in a shipyard.* Int Arch Occup Environ Health; 59: 55-62, 1987(a).

Van DIJK, F. J. H.; SOUMAN, A. M.; de VRIES, F. F. **Non-auditory effects of noise in industry – a final field study in industry.** Int Arch Occup Environ Health ,1987(b).

Van DIJK, F. J. H.; ETTEMA, J. H.; ZIELHUIS, R. L. **Non-auditory effects of noise in industry VII- evaluation conclusions and recommendations.** Int Arch Occup Environ Health: 59:147-152, 1987(c).

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

WILKINS, P. A., ACTION, W. I. **Noise and accidents – a review.** Ann Occup Hyg Vol. 25, n° 3 , 249-260, 1982

WHEALE, J., O'SHEA, N. M. **Noise and performance of a four-choice psychomotor task.** Ergonomics, Vol. 25, n° 11, 1053-1064, 1982.

WESTMAN J. C., WALTERS, J. R. **Noise and stress: a comprehensive approach.** Environ Health Perspectives, Vol. 41, 291-309, 1981.

WU, T. N.; CHOU, F. S.; CHANG, P. Y. **A study of noise induced hearing loss and blood pressure in steel mill workers.** Int. Arch. Occup. Environ. Health: 59: 529-536, 1987.

WRIGHT, I.; BENGTSSON, C.; FRANKENBURG, K. **Aspects of psychological work environment and health among male and female white-collar and blue-collar workers in a big Swedish industry.** Journal of Organizational Behavior, Vol. 15; 177-183, 1994.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Hearing aids and services for developing countries.** [http://www.who.int/pbd/pdh/pdh\\_home.htm](http://www.who.int/pbd/pdh/pdh_home.htm) August, 2001.



YERG, R. A. **Protocol of inter-industry noise study.** J Occup Med Vol. 17 n° 12; 760-764, December, 1975.

YANZ, J. L., ABBAS, P. J. **Age effects in susceptibility to noise-induced hearing loss.** JASA, 72(5); p.1450-1455, November, 1982.

## **ANEXOS**

## **ANEXO I**



16. Se você tem problemas de insônia, a qual dos fatores abaixo você relaciona como a causa principal?

- iluminação do ambiente, durante a jornada de trabalho
- exposição ao ruído durante a jornada de trabalho
- carga de trabalho durante a jornada de trabalho
- temperatura ambiente durante a jornada de trabalho
- outro: \_\_\_\_\_

17. Quais dos sintomas abaixo você sente no seu ambiente de trabalho?

- incômodo ou desconforto
- irritação ou nervosismo
- fadiga mental
- insônia
- ansiedade ou tensão
- depressão
- outro: \_\_\_\_\_

18. Quais as causas que poderiam estar relacionadas a estes sintomas?

- umidade ambiente
- temperatura ambiente
- iluminação ambiente
- ruído ambiental
- dificuldade de relacionamento
- dificuldade de comunicação
- outro: \_\_\_\_\_

Por favor, responda as questões marcando com um X uma das opções abaixo:

	SEMPRE	FREQUENTEMENTE	OCASIONALMENTE	NUNCA
19. No seu posto de trabalho você costuma sentir-se incomodado em presença do ruído?				
20. Você tem que falar alto (gritar) para se fazer ouvir, quando conversando com um companheiro, devido a presença do ruído (barulho)?				
21. Você trabalha com máquina(s) ou ferramenta(s) ruidosa(s) ou barulhenta(s)?				
22. Você já trabalhou antes em atividades ruidosas ou barulhentas?				
23. No seu posto de trabalho, você encontra-se exposto a:				
a) temperatura elevada				
b) ruído ou barulho elevado				
c) iluminação deficiente				
d) ventilação deficiente				
24. Você usa protetor auditivo no seu posto de trabalho?				
25. No seu posto de trabalho, você ouve um companheiro de trabalho quando este está falando do seu lado direito?				
26. No seu posto de trabalho, você ouve um companheiro de trabalho quando este está falando do seu lado esquerdo?				
27. Você sente problemas de fadiga física ou cansaço?				
28. Você se considera com perda auditiva?				
29. Durante os últimos 12 meses, você tem sentido ruídos (zumbidos) na sua cabeça?				
30. No seu ambiente de trabalho, com que frequência você sente alguns destes sintomas?				
a) dor de cabeça				
b) fadiga mental				
c) ansiedade				
d) fadiga física				
e) irritação ou nervosismo				
31. Você tem problemas de insônia?				
32. Você sente dificuldades em acompanhar uma conversa num encontro social, numa festa ou em família?				
33. Durante uma conversa, você solicita que a outra pessoa repita palavras ou frases, constantemente?				
34. Ao retorna do dia de trabalho, você procura ter períodos sossegados?				
35. Ao retornar do dia de trabalho você pede aos familiares para não fazerem qualquer tipo de ruído ou barulho?				
36. Você costuma ouvir música com aparelhos do tipo Walkman ou Discman?				
37. Você costuma freqüentar ambientes sociais com som alto como, discotecas, danceterias, clubes etc.?				



# FICHA DE AUDIOMETRIA

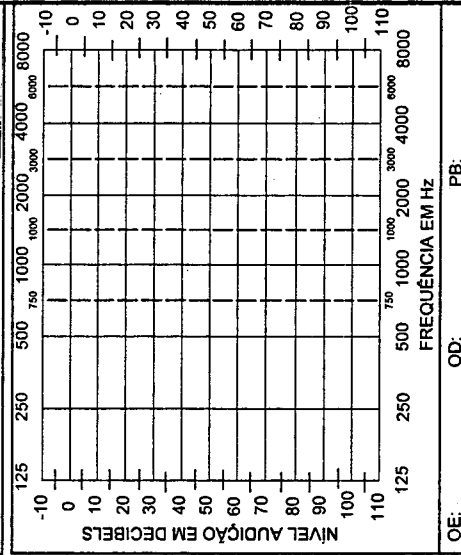
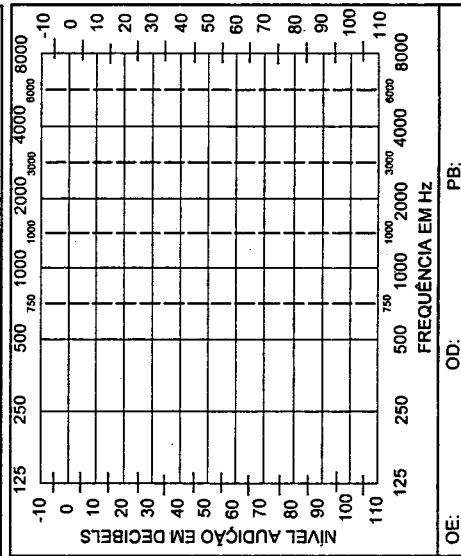
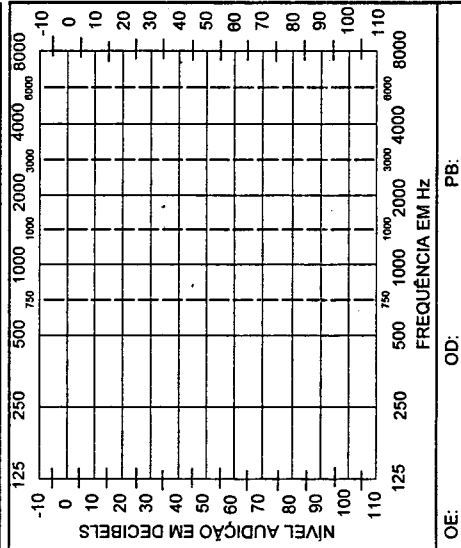
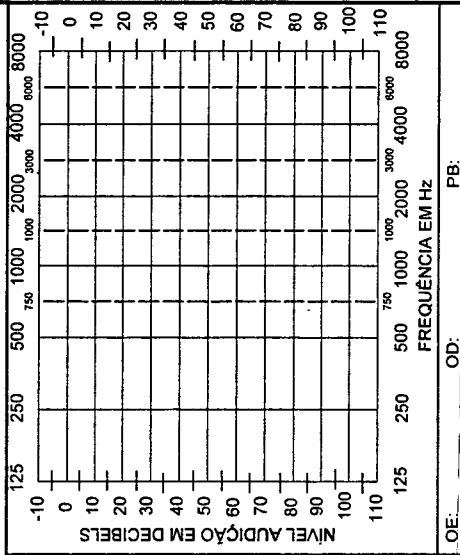
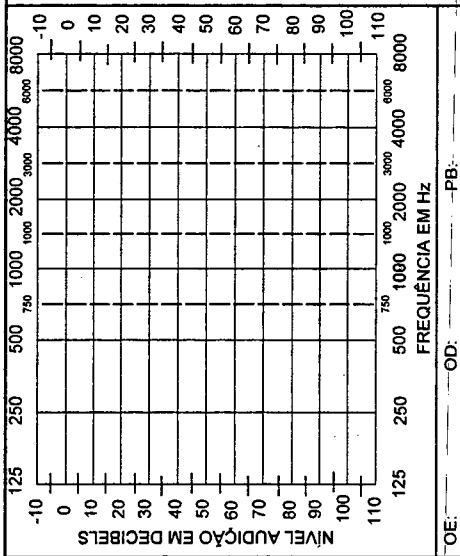
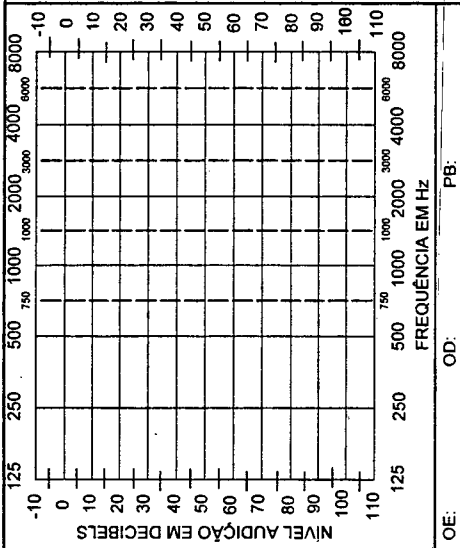
Nome do Colaborador:

Cadastro:

Ramal:

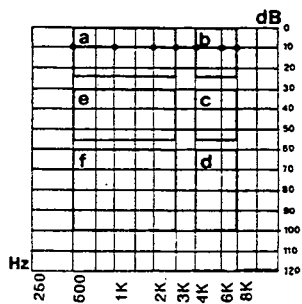
Seção:

Função:

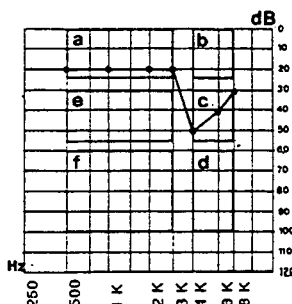




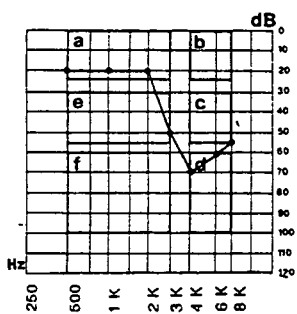
# ANEXO III



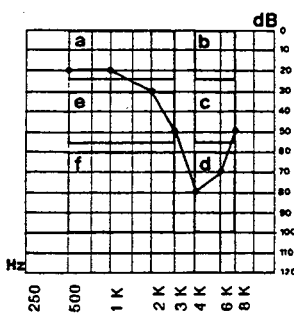
0  
4A-B  
Normal



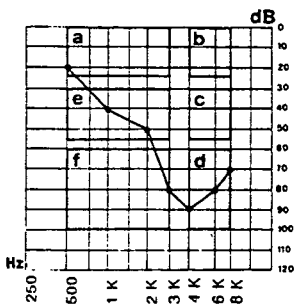
1  
4A-C  
4A-C - B  
4D-C  
Hipoacusia  
por ruído  
de 1ª



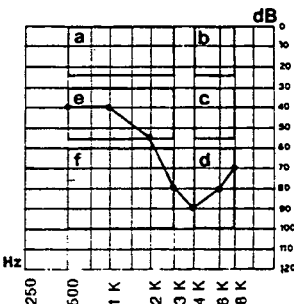
2  
3A-E-C  
3A-E-D  
3A-E-D-C  
3A-F-D  
3A-F-C  
Hipoacusia  
por ruído  
de 2ª



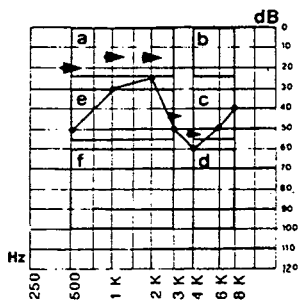
3  
2A-E-D-C  
2A-E-D  
2A-E-F-D-C  
2A-E-F-D  
Hipoacusia  
por ruído  
de 3ª



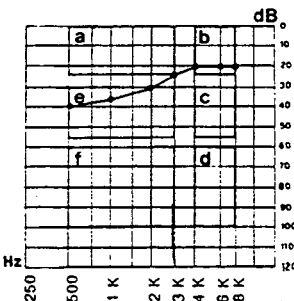
4  
1A-E-D  
1A-E-D-C  
1A-E-F-D  
Hipoacusia  
por ruído  
de 4ª



5  
E-D  
E-F-D  
E-F-D-C  
F-D  
Hipoacusia  
por ruído  
de 5ª



6  
Déficit  
por ruído  
+ outra  
causa



7  
Déficit  
que não  
por ruído