



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA  
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MODELOS DE DECISÃO E SAÚDE

**AS REPERCUSSÕES DO RUÍDO OCUPACIONAL NA AUDIÇÃO  
DOS CIRURGIÕES DENTISTAS DAS UNIDADES DE SAÚDE  
DA FAMÍLIA DE JOÃO PESSOA-PB**

Priscilla Alves Nóbrega Gambarra

**João Pessoa/PB**

**2012**

**PRISCILLA ALVES NÓBREGA GAMBARRA**

**AS REPERCUSSÕES DO RUÍDO OCUPACIONAL NA AUDIÇÃO  
DOS CIRURGIÕES DENTISTAS DAS UNIDADES DE SAÚDE  
DA FAMÍLIA DE JOÃO PESSOA-PB**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Modelos de Decisão e Saúde da Universidade Federal da Paraíba para obtenção do título de mestre.

**Orientadoras:**

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Ana Maria Gondim Valença

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Andréa Vanessa Rocha

**JOÃO PESSOA/PB**

**2012**

G188r *Gambarra, Priscilla Alves Nóbrega.*

*As repercussões do ruído ocupacional na audição dos cirurgiões dentistas das Unidades de Saúde da Família de João Pessoa-PB / Priscilla Alves Nóbrega Gambarra.-- João Pessoa, 2012.*

*123f. : il.*

*Orientadoras: Ana Maria Gondim Valença, Andréa Vanessa Rocha*

*Dissertação (Mestrado) – UFPB/CCEN*

*1. Audição – cirurgião-dentista. 2. Cirurgião-dentista – ruído – ambiente de trabalho. 3. PAIR. 4. Medidas preventivas.*

UFPB/BC

CDU: 612.825.55(043)

**PRISCILLA ALVES NÓBREGA GAMBARRA**

**AS REPERCUSSÕES DO RUÍDO OCUPACIONAL NA AUDIÇÃO  
DOS CIRURGIÕES DENTISTAS DAS UNIDADES DE SAÚDE  
DA FAMÍLIA DE JOÃO PESSOA-PB**

João Pessoa 22 de março de 2012

**Banca Examinadora**

---

Profa. Dra. Ana Maria Gondim Valença  
Orientadora

---

Profa. Dra. Andréa Vanessa Rocha  
Orientadora

---

Prof. Dr. Alexandre de Bustamante Simas  
Membro Externo

---

Profa. Dra. Anna Alice Figueiredo de Almeida  
Membro Externo

---

Prof. Dr. Alberto Masayoshi Faria Ohashi  
Membro Externo

*Dedico esta dissertação ao meu amado filho Hugo Murilo, melhor de todas as minhas conquistas e motivo maior da minha felicidade, que tão pequeno já teve de suportar minhas ausências.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me fornecer o dom da vida, força e disposição para enfrentar as dificuldades.

Ao meu filho Hugo Murilo, por estar presente em minha vida, fornecendo alegrias e um novo sentido a ela.

Ao meu amado marido Hugo, companheiro de todas as horas, meu sincero agradecimento pelo amor e apoio incondicional nos momentos mais difíceis, nunca me deixando desanimar.

A minha mãe Eliane, que sempre esteve ao meu lado, sendo meu exemplo de superação, esforço e trabalho.

Aos meus avós Sebastião e Jane, exemplos de vida a seguir, por todo amor a mim fornecido e incentivo a minha vida profissional.

Às minhas orientadoras Ana Maria Gondim Valença e Andrea Vanessa Rocha, grandes incentivadoras no desenvolvimento desta dissertação, transmitindo experiências e conhecimentos importantes à minha vida acadêmica e profissional.

Aos membros da banca de qualificação, Anna Alice Figueiredo de Almeida e Alexandre de Bustamente Simas, por todas as críticas construtivas realizadas, permitindo meu amadurecimento como pesquisadora e enriquecimento da minha dissertação.

As minhas colegas de classe do MDS, especialmente Juliana, Vânia, Rafaela e Giullyana, pelo apoio mútuo e auxílio na ampliação dos conhecimentos.

A Francisco Roque dos Santos (Chico), grande colega, pelo apoio e revisão desta dissertação.

Às minhas grandes amigas Divany Guedes e Melissa Vilar, pelo companheirismo nas fases fáceis e difíceis, amizade, compreensão pelas ausências e auxílio em fases da minha dissertação.

A Rafaela Gambarra, Gilka Sampaio e Gianne Sampaio, pelo apoio e torcida pelo meu crescimento profissional e acadêmico.

A todos os docentes e discentes do Programa de Mestrado, por todo conhecimento compartilhado, contribuições e disponibilidade para ajudar em alguns momentos.

## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** A Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR) é uma patologia decorrente do acúmulo de exposições a ruído prolongadas, gerando uma deterioração auditiva progressiva e lenta, sensorineural, geralmente não muito profunda mas irreversível. Sabe-se que o cirurgião-dentista, indivíduo exposto ao ruído no ambiente de trabalho, é susceptível à PAIR. **OBJETIVO:** Analisar o perfil auditivo e possíveis fatores de risco que interferem na audição dos cirurgiões-dentistas das USFs (Unidades de Saúde da Família) de João Pessoa/PB. **METODOLOGIA:** Realizaram-se entrevistas, avaliações audiológicas e dos ruídos instrumental e ambiental com 65 cirurgiões-dentistas das Unidades de Saúde da Família de João Pessoa /PB, a fim de identificar características do perfil auditivo e de fatores de risco para a audição dos cirurgiões-dentistas, utilizando o cálculo de medidas de proporção para as variáveis categóricas, e tendo como método estatístico a Regressão Logística. **RESULTADOS:** Observou-se que 43,07% dos cirurgiões-dentistas avaliados apresentaram rebaixamento auditivo em pelo menos alguma das frequências características da PAIR. Verificou-se ainda que os principais sintomas otológicos citados por estes profissionais foram a sensação de déficit auditivo (55%), e o zumbido (50%). Os instrumentos que mais se apresentaram com valores de intensidade acima dos limites permitidos foram a turbina de alta rotação (61%) e o compressor (55%). As variáveis consideradas como fatores de risco para a perda auditiva com base na Regressão Logística foram: idade acima de 45 anos, tempo de trabalho maior que 10 anos e nível de ruído do compressor maior que 85 dB, além da presença dos sintomas de sensação de déficit auditivo e zumbido. **CONCLUSÃO:** A sintomatologia otológica (zumbido e diminuição auditiva) está presente em grande número dos cirurgiões-dentistas e o ruído emitido pelos instrumentos utilizados por estes profissionais é muitas vezes elevado. Constataram-se alguns fatores de risco para a Perda Auditiva Induzida por Ruído, podendo alguns destes ser prevenidos ou controlados por meio de estratégias específicas.

**Palavras-chave:** Audição; Perda Auditiva Provocada por Ruído; Ruído ocupacional; Efeitos do Ruído; Medição do Ruído.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** NIHL (Noise Induced Hearing Loss) is a condition that results from the accumulation of prolonged exposure to noise, causing a slow and progressive hearing impairment, sensorineural, not very deep, but irreversible. The dentist, individuals exposed to noise in their workplace, is susceptible to NIHL. **OBJECTIVE:** To analyze the auditory and possible risk factors that interfere with the hearing of the dentists from USFs (Unidades de Saúde da Família / Familiar Health Unities) in Joao Pessoa / PB. **METHODOLOGY:** There were interviews, audiological evaluations, instrumental and environmental noises within 65 dentists from Family Health Units in Joao Pessoa / PB to identify auditory characteristics and risk factors for hearing-surgeons dentists by using proportion measures calculation for categorical variables, and having the Statistical Logistic Regression Method. **RESULTS:** It was observed that 43.07% of the dentists who were evaluated had lower hearing in, at least, some of the characteristic frequencies of NIHL. It was found that the main ear symptoms cited by these professionals were to have the sensation of hearing loss (55%), and buzzer (50%), and also that the instruments which showed values above the allowed limits were turbine high rotation (61%) and the compressor (55%). The variables considered as risk factors for hearing loss based on logistic regression were: age over 45 years old, working time more than 10 years, a feeling of hearing loss, tinnitus and noise level of the compressor greater than 85 dB. **CONCLUSION:** The ear symptoms (tinnitus and hearing loss) are presented in a large number of dentists, and the noise emitted by the instruments used by these professionals is often high, presenting some risk factors for Noise Induced Hearing Loss and some of them may be prevented or controlled through specific strategies.

Keywords: Hearing; Noise-Induced Hearing Loss; Occupational Noise; Effects of noise; Noise measurement.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Variáveis consideradas no estudo acerca das repercussões do ruído na audição dos cirurgiões-dentistas.....	76
Tabela 2 – Critérios para dicotomização das variáveis.....	77
Tabela 3 – Distribuição dos cirurgiões-dentistas das USF's João Pessoa-PB quanto à faixa etária, João Pessoa/PB, 2012.....	82
Tabela 4 – Tempo de atuação profissional, em anos, dos cirurgiões-dentistas das USF's de João Pessoa/PB, João Pessoa/PB, 2012.....	82
Tabela 5 – Carga horária semanal, em horas, exercida pelos cirurgiões-dentistas das USF's, João Pessoa/PB, 2012.....	83
Tabela 6 – Aspectos complementares relacionados ao perfil auditivo dos cirurgiões-dentistas das USF's, João Pessoa/PB, 2012.....	84
Tabela 7 – Sintomas otológicos relatados pelos cirurgiões-dentistas das USF's, João Pessoa/PB, 2012.....	87
Tabela 8 – Nível de ruído do instrumental utilizado pelos cirurgiões-dentistas das USF's, João Pessoa/PB, 2012.....	89
Tabela 9 – Presença de rebaixamento auditivo nos cirurgiões-dentistas das USF's de João Pessoa/ PB, João Pessoa/PB, 2012.....	94
Tabela 10 – Distribuição da perda auditiva encontrada nos cirurgiões-dentistas por idade, João Pessoa/PB, 2012.....	95
Tabela 11 – Variáveis relevantes no Modelo Logístico Final.....	99
Tabela 12 – Estimativas de <i>odds ratio</i> correspondentes às variáveis, João Pessoa/PB, 2012.....	102

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Limiares de tolerância de exposição a sons intensos relacionados com o tempo e exposição diária.....	51
Quadro 2 – Classificação das perdas auditivas induzidas por ruído.....	57

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – As partes que compõem a orelha.....	16
Figura2 – Pavilhão auricular, face ântero-lateral direita.....	19
Figura 3 – Membrana timpânica, visão otoscópica.....	21
Figura 4 – Membrana timpânica, esquema dos quadrantes.....	21
Figura 5 – Esquema do labirinto ósseo e membranáceo com os respectivos receptores do equilíbrio.....	23
Figura 6 – Rampas da Orelha interna.....	25
Figura 7 – Equipamento de Otoemissões.....	30
Figura 8 – Imitanciômetro- Equipamento principal.....	38
Figura 9 – Timpanograma tipo A.....	38
Figura 10 – Timpanograma tipo As.....	39
Figura 11 – Timpanograma tipo Ad.....	39
Figura 12 – Timpanograma tipo B.....	40
Figura 13 – Timpanograma tipo C.....	40
Figura 14 – Audiograma.....	42
Figura 15 – Ondas sonoras.....	46
Figura 16 – Decibelímetro.....	47
Figura 17– Compressor.....	65
Figura 18 – Turbina de Alta Rotação.....	65
Figura 19 – Cânula de sucção e sugador de saliva.....	65
Figura 20 – Amalgamador.....	66

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Grau 1: Perda auditiva inicia-se apenas em 4000 Hz e não ultrapassa 30-35 dB.....	55
Gráfico 2 – Grau 2: Perda auditiva ultrapassa 30 dB na frequência de 4000 Hz e já atinge as frequências vizinhas.....	55
Gráfico 3 – Grau 3: A frequência de 1000 Hz já é atingida, enquanto as frequências de 4000, 6000 e 8000 Hz são profundamente agredidas.....	56
Gráfico 4 – Fluxograma dos procedimentos realizados na pesquisa, João Pessoa/PB, 2012.....	80
Gráfico 5 – Resultado do exame de emissões otoacústicas evocadas transientes, João Pessoa/PB, 2012.....	91
Gráfico 6 – Resultado do exame de emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção, João Pessoa/PB, 2012.....	92
Gráfico 7 – Resultado das curvas timpanométricas dos cirurgiões-dentistas das Unidades de Saúde da Família, João Pessoa/PB, 2012.....	93
Gráfico 8 – Curva ROC.....	101
Gráfico 9 – Análise dos resíduos.....	103

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
1.1 OBJETIVOS.....	15
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	16
2.1 ANATOMOFISIOLOGIA DO SISTEMA AUDITIVO.....	16
2.1.1 Orelha externa.....	16
2.1.2 Orelha média.....	20
2.1.3 Orelha interna.....	22
2.1.4 Vias auditivas centrais.....	27
2.2 EXAMES AUDITIVOS.....	28
2.2.1 Anamnese.....	28
2.2.2 Meatoscopia.....	29
2.2.3 Emissões otoacústicas.....	30
2.2.4 Imitanciometria.....	37
2.2.5 Audiometria.....	41
2.3 ACÚSTICA.....	44
2.4 SOM E RUÍDO.....	45
2.4.1 Poluição sonora.....	49
2.4.2 Limites de tolerância à exposição ao ruído.....	50
2.4.3 Efeitos do ruído.....	51
2.5 PAIR – PERDA AUDITIVA INDUZIDA POR RUÍDO.....	53
2.5.1 Conceito.....	53
2.5.2 Classificação.....	54
2.5.3 Fisiopatologia.....	57
2.5.4 Características principais.....	58
2.5.5 Sinais e sintomas.....	60
2.6 O RUÍDO NO CONSULTÓRIO ODONTOLÓGICO.....	64
2.7 PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE PERDAS AUDITIVAS (PPPA).....	70
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	73
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	73
3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	74
3.3 PERÍODO E LOCAL DA PESQUISA.....	74
3.4 CRITÉRIOS ÉTICOS.....	75
3.5 VARIÁVEIS.....	75
3.6 INSTRUMENTOS E TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS.....	78
3.7 ANÁLISE DOS DADOS.....	80
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	81

4.1 ANÁLISE DESCRITIVA.....	81
4.2 MODELAGEM DA REGRESSÃO LOGÍSTICA.....	96
4.3 LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	104
4.4 PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO EM SAÚDE.....	104
<b>4.4.1 Orientação aos cirurgiões-dentistas desde a Universidade sobre os riscos da PAIR.....</b>	<b>105</b>
<b>4.4.2 Elaboração de um programa de PPPA Universal, porém com especificidades</b>	<b>105</b>
<b>4.4.3 Valorização dos sintomas emitidos na Anamnese Clínica.....</b>	<b>106</b>
<b>4.4.4 Manutenção periódica dos equipamentos produtores de ruído.....</b>	<b>107</b>
<b>4.4.5 Organização, por parte da gestão, de ambientes adaptados para preservação da saúde auditiva do cirurgião-dentista.....</b>	<b>107</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>109</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>110</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>117</b>
Apêndice A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	118
Apêndice B – Formulário de Anamnese Auditiva.....	120
Apêndice C – Avaliação do Ruído e do Ambiente.....	121
Apêndice D – Resultado da Imitanciometria e Audiometria.....	122
<b>ANEXO.....</b>	<b>123</b>
Anexo A – Certidão do Comitê de Ética.....	124

## 1 INTRODUÇÃO

A audição é o mais social dos sentidos humanos, a sua deficiência pode privar o homem da comunicação. Muitos profissionais utilizam as habilidades auditivas prioritariamente para exercer suas atividades laborais (MANGABEIRA, 1975).

Segundo o Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva (2010), a perda auditiva induzida pelo ruído relacionada ao trabalho corresponde a uma diminuição gradual da acuidade auditiva, decorrente da exposição continuada a elevados níveis de pressão sonora.

O cirurgião dentista, basicamente, está sujeito a dois tipos de ruídos: o ruído ambiental, constituído pelos ruídos externos ao seu ambiente de trabalho; e ruídos provenientes de seu próprio ambiente de trabalho, tais como as canetas odontológicas, compressor de ar (quando localizado no ambiente), sugador, amalgamador, condicionador de ar, entre outros (COMITÊ NACIONAL DE RUÍDO E CONSERVAÇÃO AUDITIVA, 2010).

O ruído ocupacional pode levar a uma perda gradual da acuidade auditiva no dentista, e esta na realidade passa a ser pouco percebida, porque a agressão da orelha interna por esse agente é gradual, progressiva e indolor. É pouco provável que a vítima se dê conta disso nos estágios iniciais do distúrbio. Contudo, com a exposição continuada, a percepção e compreensão de uma conversa, por exemplo, podem ser comprometidas, uma vez que as frequências agudas (3000, 4000 e 6000 Hz) são as mais frequentemente atingidas (FERNANDES, OLIVEIRA; FERNANDES, 2004).

Os sintomas apresentadas pelos indivíduos com PAIR são: dificuldades na discriminação dos sons, especialmente em ambientes ruidosos, devido às frequências agudas estarem atingidas, e sintomas extra-auditivos, como insônia e irritabilidade, que prejudicam a atividade laboral do cirurgião dentista.

Buscando verificar a realidade das repercussões do ruído ocupacional na audição dos cirurgiões-dentistas do Sistema Único de Saúde da cidade de João Pessoa, surgiu a motivação para realizar esta investigação, uma vez que ainda não há relatos específicos acerca desta população na literatura. Com base neste fato, o presente estudo se propôs a compreender de que forma o ruído ocupacional interfere na audição dos cirurgiões-dentistas das USF's (Unidades de Saúde da Família) de João Pessoa-PB.

Justifica-se o presente estudo verificando-se a importância de conhecer como alguns fatores, tais quais: tempo de exposição ao ruído, carga horária de trabalho, distância do

compressor à sala, nível de ruído no ambiente de trabalho, dentre outras variáveis, contribuem para uma possível lesão auditiva encontrada nos cirurgiões-dentistas.

Desta forma, surge a relevância desta pesquisa, uma vez que, conhecendo as influências do ruído na saúde auditiva dos cirurgiões-dentistas das USF's de João Pessoa, poder-se-á estabelecer estratégias para evitar e/ou minimizar a Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR) nestes profissionais, propondo um Programa de Conservação Auditiva eficiente e adequado à realidade dos profissionais em foco.

## 1.1 Objetivos

- Geral

Compreender de que forma o ruído ocupacional interfere na audição dos cirurgiões-dentistas das Unidades de Saúde da Família (USFs) de João Pessoa-PB.

- Específicos

- Detectar os sintomas otológicos e extra-auditivos mais relatados pelos cirurgiões-dentistas;

- Verificar o nível de pressão sonora (NPS) emitido pelos instrumentos clínicos utilizados pelos cirurgiões-dentistas

- Avaliar quais de risco favorecem a perda auditiva dos cirurgiões-dentistas;

- Identificar a ocorrência de lesão coclear nos cirurgiões-dentistas;

- Propor estratégias para minimizar possíveis alterações auditivas nos cirurgiões-dentistas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

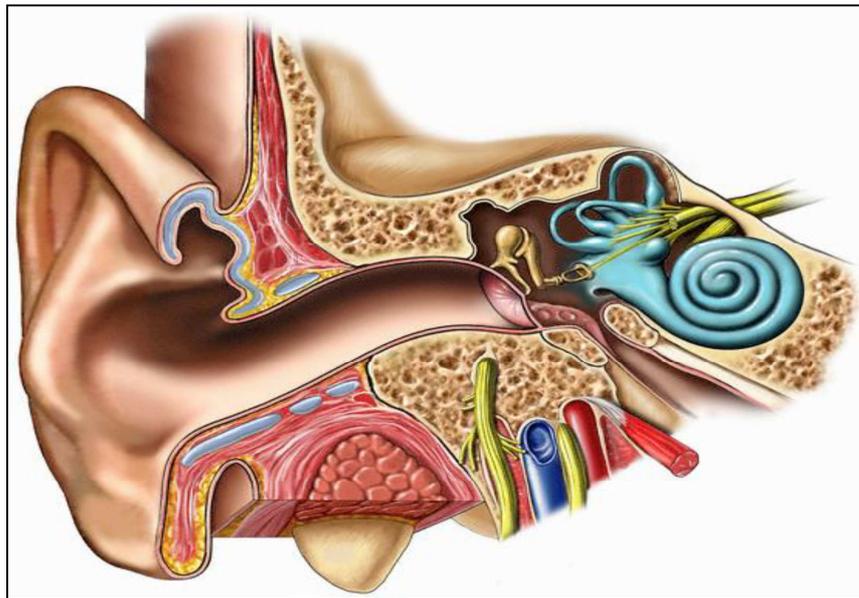
Neste tópico serão abordados aspectos importantes referentes ao assunto em questão, tais como anatomofisiologia do sistema auditivo, exames auditivos, aspectos físicos do som, Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR) e a relação desta com a saúde auditiva do cirurgião dentista.

### 2.1 ANATOMOFISIOLOGIA DO SISTEMA AUDITIVO

#### 2.1.1 Orelha externa

O sistema auditivo é constituído pela orelha externa, média e interna; e o funcionamento fisiológico desse é essencial para a integridade auditiva (Figura 1).

Figura 1 – As partes que compõem a orelha



FONTE: <http://pro.corbis.com/searchsearchFrame.aspx.jpg>

A orelha externa é constituída pela orelha e meato acústico externo. A primeira, também chamada de pavilhão auricular, consiste em uma estrutura flexível de cartilagem elástica recoberta pela pele (cútis), situada na região lateral da cabeça, anteriormente ao processo mastóide e posteriormente a articulação temporomandibular. Esta estrutura tem, em média, 60 a 65 mm de altura por 25 a 35 mm de largura e está disposta em um ângulo de

aproximadamente 30 graus em relação à superfície lateral da cabeça, possuindo dois terços posteriores livres e um terço anterior unido à cabeça (BONALDI *et al.*, 2004)

O autor supracitado ainda explana que o pavilhão auricular apresenta uma face ântero-lateral irregularmente côncava, com saliências e depressões; e uma pósteromedial, menos irregular, convexa, com elevações que correspondem às depressões da outra face. É importante enfatizar que a face ântero-lateral não apresenta tecido subcutâneo, sendo, portanto, mais susceptível ao frio. A parte inferior, o lóbulo da orelha, é desprovida de cartilagem e constituída de tecido adiposo recoberto pela pele; já no trago e no início da hélice há ausência de cartilagem. A pele que recobre a orelha apresenta pêlos e glândulas sebáceas, sendo estas mais numerosas na concha da orelha e na escafa, enquanto que os pêlos estão presentes principalmente no trago, antitrago e incisura antitrágica.

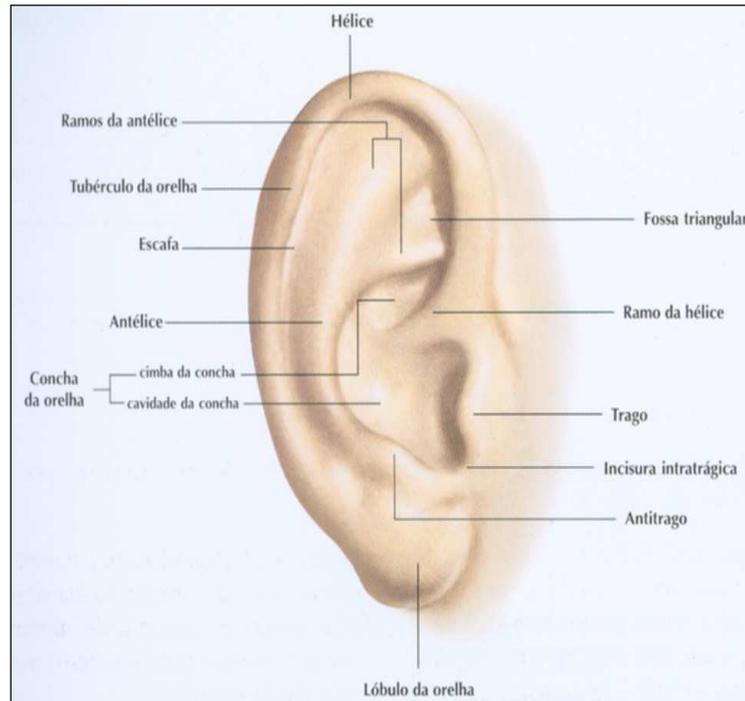
O pavilhão auricular é constituído anatomicamente pela cartilagem da orelha, ligamentos, músculos e um revestimento cutâneo. A cartilagem presente nesta estrutura consiste em uma lâmina delgada e elástica que ocupa toda a sua extensão, com exceção do lóbulo. Os ligamentos podem ser subdivididos em: extrínsecos, que relaciona o processo zigomático com o trago e com a parte anterior da concha, como também une a base do processo mastóideo com a convexidade da concha; e os intrínsecos que se estendem da convexidade da concha à convexidade da antélice, da convexidade da hélice à convexidade da antiélice e da concha, e do trago à hélice. Os músculos auriculares, como músculo auricular superior, auricular anterior, auricular posterior, dentre outros, não tem valor funcional. Já a pele que recobre as duas faces da cartilagem do pavilhão é delgada e lisa. O tecido conjuntivo subcutâneo é representado em sua face medial por um tecido relativamente frouxo e em sua face lateral por um mais compacto (LATARJET; LIARD, 1996).

O pavilhão auricular é constituído por artérias, que provêm da artéria temporal superficial e da artéria auricular posterior. A primeira emite ramos para a face lateral e a segunda, para a face medial. Pelas veias, que consistem em uma corrente anterior a qual dirige-se para a veia temporal superficial e uma corrente posterior a qual é drenada pela veia jugular externa ou mastóidea. Pelos vasos linfáticos que formam uma rede, onde os vasos da face medial terminam nos linfonodos mastóideos e parotídeos superiores; e os da face lateral vão para os linfonodos pré-auriculares e parotídeos; posteriormente, os linfáticos da margem auricular encontram os da face medial. Com relação aos nervos motores, esses procedemdo nervo facial, e os nervos sensitivos provêm do nervo auriculotemporal e do ramo auricular magno do plexo cervical superficial (LATARGET; LIARD, 1996, p.476 e 477).

O pavilhão auricular apresenta várias saliências e depressões tais como:

- Hélice, margem curva saliente ocupando a região anterior e posterior, cujo ramo corresponde à sua origem junto à cavidade da concha;
- Tubérculo da orelha (de Darwin), pequenotubérculo na região em que a hélice se dobra póstero-inferiormente, e nem sempre está presente;
- Concha da orelha, concavidade profunda, localizada no centro da orelha, limitada por quatro saliências: a hélice, a antélice, o trago e o antitrago. A concha da orelha pode ser dividida em duas partes: uma superior e menor denominada cimba da orelha, que recobre a foveolasuprameática do osso temporal; e uma inferior e maior, denominada cavidade da concha, na qual se inicia o meato acústico externo.
- Antélice: A saliência que acompanha a curvatura da hélice, estando localizada anteriormente e paralelamente à mesma ocupando o espaço entre a hélice e a concha da orelha. Esta saliência se divide superiormente em dois ramos que terminam na hélice.
- Fossa triangular: consiste em um espaço delimitado pela bifurcação da antélice, apresenta um ramo superior, em forma arredondada e obtusa que se dirige obliquamente para a hélice e muda a direção de vertical para horizontal; e o ramo inferior que se dirige diretamente para a hélice e corresponde ao limite inferior da fossa triangular e superior da concha da orelha.
- Escafa: caracteriza-se por ser uma estreita depressão curvada entre a hélice e a antélice;
- Trago: é uma projeção laminar situada na parte anterior da concha da orelha, inferiormente; antitrago que é denominado como tubérculo de superfície convexa e lisa situado em oposição ao trago;
- Incissuraantitrágica: caracteriza-se por apresentar a forma transversal e variavelmente marcada de indivíduo para indivíduo;
- Lóbulo da orelha: consiste em uma formação flácida que corresponde a um quinto da orelha, e é constituído por tecido adiposo e fibroso, distinguindo-se do restante da orelha (BONALDI *et al.*,2004). Tais saliências e depressões presentes no pavilhão auricular podem ser evidenciadas na figura2, a seguir.

Figura 2–Pavilhão auricular, face ântero-lateral direita



FONTE: Bonaldiet *al.*, 2004

Outra estrutura constituinte da orelha externa é o meato acústico externo. Essa estrutura origina-se a partir da extremidade dorsal do primeiro sulco braquial e tem como função a comunicação entre o meio ambiente e a orelha média. Estruturalmente, esse possui o formato de “S” e pode ser dividido em um terço lateral cartilágneo e dois terços mediais ósseos, ambos revestidos internamente por pele. A cútis apresenta como anexos: os folículos pilosos, observados excepcionalmente na parte óssea; glândulas sebáceas menos desenvolvidas que as da orelha; e glândulas ceruminosas situadas próximas uma das outras formando uma camada contínua na superfície do meato acústico externo (BONALDI *et al.*, 2004).

As artérias presentes nesta estrutura são: artéria temporal superficial, artéria auricular posterior e artéria auricular profunda ou timpânica. Já as veias podem ser divididas em dois grupos: veias auriculares anteriores, as quais provêm do meato acústico externo e da orelha e terminam nas veias maxilares internas e no plexo pterigóideo; e ainda veias auriculares posteriores, as quais provêm da parte posterior e superficial do aparelho auditivo e terminam na veia jugular externa. A rede linfática nesta região é abundante e possui três vias de drenagem: anterior, média e posterior. Já a inervação sensitiva do meato acústico externo provém de ramos dos seguintes nervos: auriculotemporal, plexo cervical, vago e facial (BONALDI *et al.*, 2004).

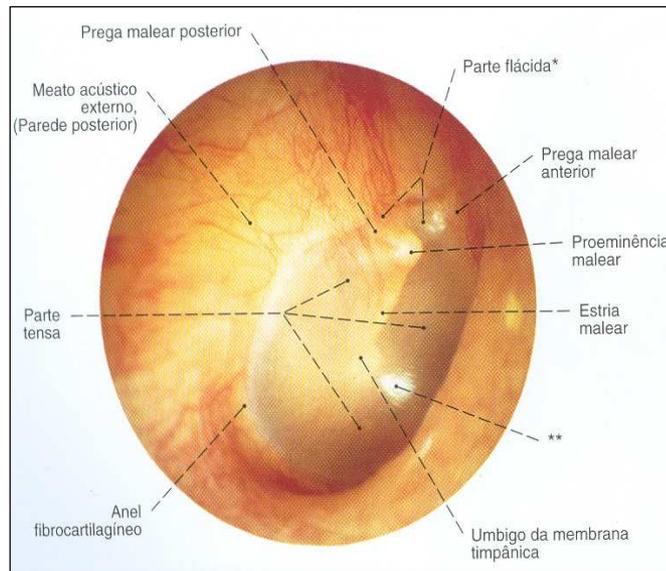
A fisiologia da orelha externa pode ser dada no pavilhão auricular com a captação das ondas sonoras como também na orientação da fonte sonora, ajudando a localizar o som. O meato acústico externo tem a função de proteger o aparelho auditivo contra o traumatismo dos sons de alta intensidade, devido ao seu trajeto sinuoso que determina a reflexão das ondas, como também protege a membrana do tímpano e funciona como ressonador para os sons de frequência de 2.000 e 5.500Hz (HUNGRIA, 2000). A fisiologia do sistema auditivo tem continuidade com as funções exercidas pelas estruturas da orelha média.

### **2.1.2 Orelha média**

A orelha média consiste em uma cavidade cheia de ar escavada no osso temporal, localizada entre o meato acústico externo e a orelha interna (LATARJET; LIARD, 1996). Bess e Humes (1998) salientam que o ar de tal cavidade é fornecido por um tubo que liga a orelha média à nasofaringe, conhecido como trompa de Eustáquio; e que tem como funções a equalização da pressão do ar nos dois lados do tímpano, e a drenagem de líquidos da orelha média para nasofaringe.

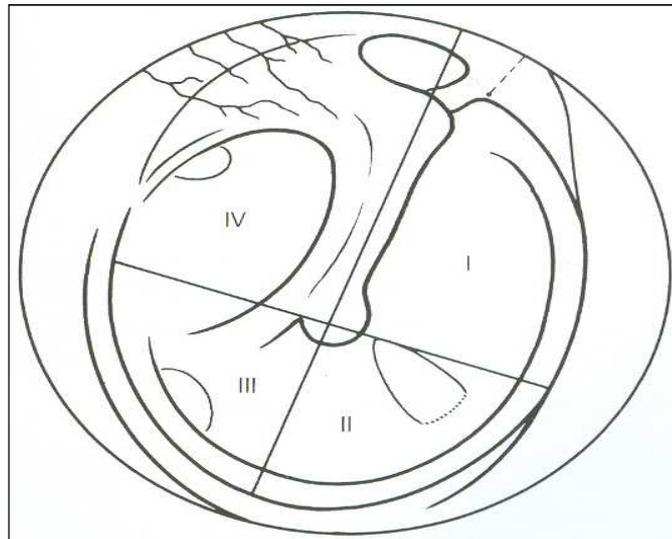
A cavidade timpânica que constitui a orelha média apresenta seis paredes: membranácea, labiríntica, tegmental, jugular, carótica e mastóidea. A primeira é formada em sua maior extensão por uma porção membranosa, conhecida como membrana timpânica. Essa é uma estrutura translúcida que separa a orelha externa da orelha média, e apresenta 85mm<sup>2</sup> de superfície, 10mm de diâmetro e 0,1 mm de espessura (BONALDI *et al*, 2004). A membrana do tímpano é composta por uma túnica média fibrosa, por uma túnica cutânea e por uma túnica mucosa; e que suas artérias, veias e linfáticos são provenientes dos vasos vizinhos (LATARGET; LIARD, 1996). A membrana timpânica pode ser visualizada pela meatoscopia, e apresenta quatro quadrantes, como mostram as figuras 3 e 4.

Figura 3– Membrana timpânica, visão otoscópica



FONTE: Sobotta (2000)

Figura 4– Membrana timpânica, esquema dos quadrantes



FONTE: Sobotta (2000)

A parede labiríntica é a que possui mais detalhes anatômicos, sendo constituída pelas seguintes estruturas: janela do vestíbulo (oval), promontório, janela da cóclea (redonda), processo cocleariforme, proeminência do canal semicircular lateral, proeminência do canal do facial e seio do tímpano. A parede tegmental representa o teto da cavidade timpânica, sendo formada pelo tegme timpânico, o qual separa esta cavidade da fossa média do crânio. Refere a parede jugular como o soalho de tal cavidade, sendo constituída por uma lâmina óssea mais delgada que a parede tegmental. Já parede anterior relaciona-se com o canal carótido, onde

passa a artéria carótida interna, inferiormente ao óstio timpânico da tuba auditiva, e é denominada parede carótida. A parede posterior ou mastóidea comunica-se com o antro mastóideo através do aduto ao antro mastóideo. Nesta parede posterior existe uma saliência, a eminência piramidal, que contém o músculo estapédio, e lateralmente a essa existe uma abertura a qual permite a passagem do nervo corda do tímpano (BONALDI *et al.*, 2004).

A maior parte do espaço da cavidade da orelha média é ocupada pela cadeia formada pelos ossículos, que são o martelo, a bigorna e o estribo. Esses três ossos, com exceção de alguns ossos diminutos do crânio, são os menores ossos do corpo humano. Tais têm duas funções principais: transmitir as vibrações sonoras aos líquidos da orelha interna e evitar que a orelha interna seja invadida por vibrações excessivamente fortes (ZEMLIN, 2000, p.467).

Os ossículos do ouvido apresentam músculos denominados de: tensor do tímpano e estapédio. O primeiro liga-se ao cabo do martelo, e exerce sua fisiologia puxando o martelo para dentro da orelha média; tal músculo é innervado pelo nervo trigêmeo. Já o músculo estapédio liga-se à cabeça do estribo e quando se contrai puxa este ossículo na direção da janela do vestíbulo, sendo innervado pelo nervo facial. É importante explicar que quando um indivíduo está exposto a sons intensos, estes músculos contraem-se, aumentando a resistência à transmissão de sons com frequências menores de 1.800Hz, havendo uma diminuição de aproximadamente 30 dB na intensidade devido a rigidez da cadeia ossicular, para proteção do ouvido interno (MUNHOZ *et al.*, 2003).

O sistema tímpano-ossicular objetiva minimizar as impedâncias existentes entre os meios aéreo e líquido. Tal mecanismo decorre de dois fatores: efeito de alavanca do bloco martelo-bigorna; e da relação hidráulica ou de superfície entre a área de vibração útil da membrana do tímpano (55mm<sup>2</sup>) e a platina do estribo (3,2mm<sup>2</sup>) (HUNGRIA, 2000).

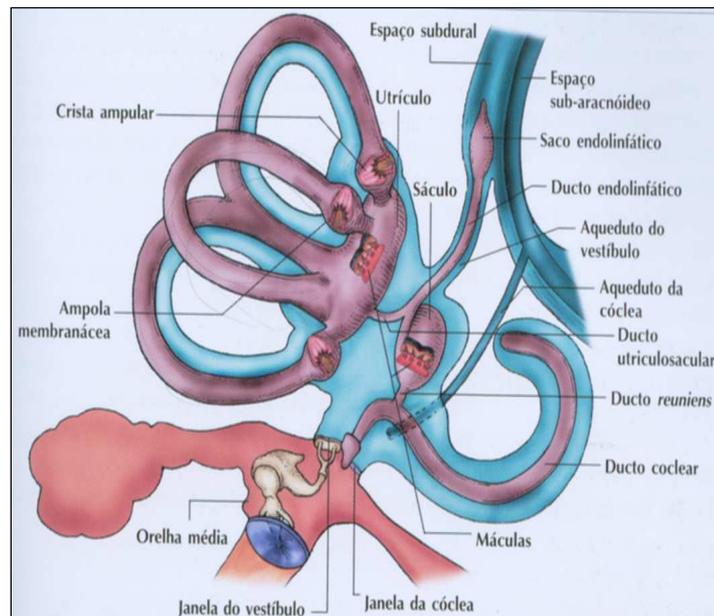
Desta maneira, a orelha média desempenha fisiologicamente sua função primordial que é a transmissão sonora, tornando possível que o som seja encaminhado à orelha interna.

### **2.1.3 Orelha interna**

A orelha interna localiza-se na parte petrosa do osso temporal, e se encontra envolvida pela capsula ótica circundante, podendo ser dividida em labirinto ósseo e labirinto membranoso. O primeiro compreende a cóclea, o vestíbulo e os canais semicirculares; que são espaços e canais escavados na substância óssea, revestidos por perióstio e preenchidos por perilinfa (substância rica em sódio). O mesmo possui duas aberturas: aqueduto do vestíbulo,

que contém o ducto endolinfático, e o aqueduto da cóclea, que se dirige para a superfície inferior do osso temporal. Já o labirinto membranoso encontra-se dentro do labirinto ósseo e constitui-se pelas seguintes estruturas: órgão de Corti, máculas do sáculo e do utrículo e as cristas ampulares (BONALDI; ANGELIS; SMITH, 1998). Tais labirintos podem ser visualizados na figura 5.

Figura 5–Esquema do labirinto ósseo e membranáceo com os respectivos receptores do equilíbrio



FONTE: Bonaldiet *al.*,2004.

De acordo com Russo e Santos (1993, p.26):

O vestibulo é uma cavidade ovóide com aproximadamente 4 mm de diâmetro, estabelece contato com o ouvido médio através da janela oval e apresenta aberturas que correspondem à origem e término dos canais semicirculares e à abertura do aqueduto vestibular. O labirinto membranoso que está contido no vestibulo é constituído por duas estruturas: sáculo e utrículo.

O utrículo e o sáculo possuem um órgão sensorial denominado de mácula, o qual é constituído por células epiteliais, ciliadas e cúpula gelatinosa. Os canais semicirculares superior, lateral e posterior possuem dilatações denominadas ampolasmembranosas, e nessas existem células sensoriais ciliadas, formando a crista ampular. Os cílios dessas células são embebidos em uma massa gelatinosa que contém diminutos grãos cristalinos de carbonato de cálcio (ZEMLIN, 2000). As máculas do utrículo e do sáculo são responsáveis pela recepção de estímulos provenientes da aceleração linear do corpo; já as cristas ampulares têm a função

de recepção dos estímulos provenientes da aceleração radial ou angular que não sofre os efeitos da gravidade (RUSSO; SANTOS, 1993).

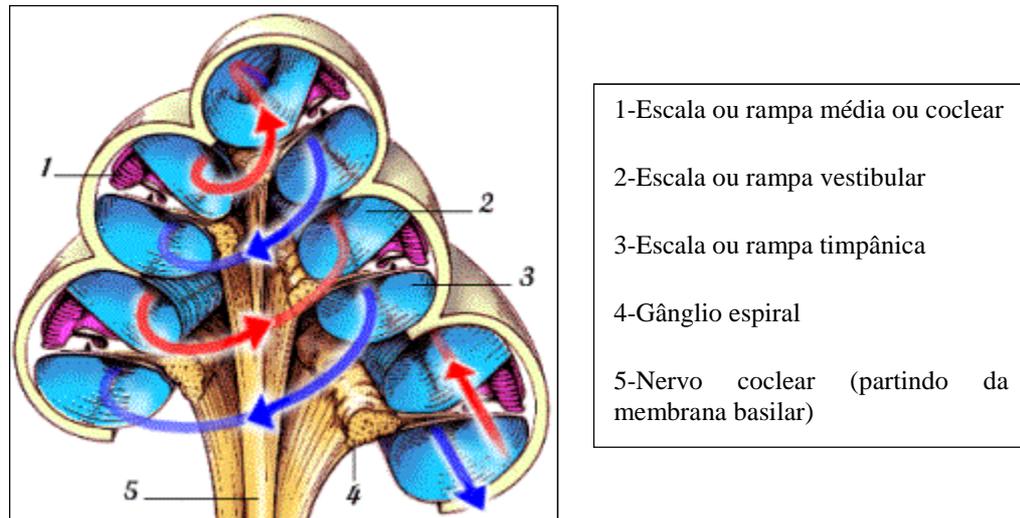
Durante um movimento rotatório provocado, a endolinfa adquire velocidade idêntica à do ducto semicircular. E as correntes endolinfáticas ampulípetas, presentes nos canais semicirculares horizontais, flexionam os estereocílios sobre os cinocílios, em direção ao utrículo, o que ocasiona uma despolarização elétrica das células ciliadas e subsequente excitação das neurofibrilas vestibulares. As correntes endolinfáticas ampulífugas flexionam o cinocílio em direção ao arco do canal e acarretam hiperpolarização elétrica, com subsequente fenômeno de inibição das neurofibrilas (HUNGRIA, 2000).

Outras estruturas membranosas diretamente ligadas ao equilíbrio interno da pressão do líquido endolinfático são: o ducto endolinfático, o qual percorre o aqueduto vestibular e termina no saco endolinfático, a segunda estrutura que se localiza parte dentro do aqueduto vestibular, e parte na superfície da parede posterior da porção petrosa do osso temporal, abaixo da dura mater (PAPPARELLA, 1973 *apud* RUSSO; SANTOS, 1993).

A cóclea humana possui forma helicoidal com aproximadamente 2 giros e  $\frac{2}{3}$ , e mede cerca de 3,5 mm de altura e 7,5 mm de diâmetro na base (BONALDI; ANGELIS; SMITH, 1998). A região periférica desta estrutura é constituída por um tecido rígido em cujo interior encontra-se o modíolo, eixo central ósseo de forma cônica. A cóclea pode ser dividida em três partes ou rampas: timpânica, média ou coclear e vestibular. As rampas timpânica e vestibular são preenchidas por perilinfa, e desempenham um importante papel na transmissão mecânica da energia sonora para as estruturas sensoriais contidas na rampa média (RUSSO; SANTOS, 1993). Tais rampas estabelecem contato no ápice da cóclea em uma região denominada helicotrema, e podem ser observadas na figura 6.

O ducto coclear é de origem ectodérmica. Seu soalho é formado pela lâmina basilar e pela lâmina espiral óssea, o teto é formado pela parede ou membrana vestibular; a parede lateral é formada pelo ligamento espiral. Situada sobre o ligamento espiral, existe a estria vascular, que consiste em uma estrutura vascularizada e de atividade metabólica (BONALDI *et al*, 2004, p.45).

Figura 6 – Rampas da Orelha interna



FONTE: <http://www.afh.bio.br/sentidos/Sentidos3.asp>

O órgão de Corti, situado sobre a membrana basilar, possui células altamente especializadas denominadas de células ciliadas. Tais células são as responsáveis pelos grandes aperfeiçoamentos do ouvido humano, no sentido de proporcionar melhor discriminação, ou seja, melhor capacidade de distinguir pequenas alterações de intensidade, frequência e tempo, contribuindo assim para o advento da comunicação e da linguagem (HUNGRIA, 2000).

As células ciliadas internas são as verdadeiras células transdutoras, que transformam o som em impulsos eletroquímicos para as fibras nervosas. Essas são inervadas por cerca de 95% das fibras no nervo coclear, sendo todas aferentes. Russo e Santos (1993) ressaltam que as células ciliadas internas são em torno de 4500, estão dispostas em uma única fileira, apresentam forma de garrafa arredondada, núcleo central, cílios presentes em três fileiras paralelas e em número de 40 a 60 em cada célula. As células ciliadas externas modulam e ajustam as células ciliadas internas, melhorando a discriminação auditiva. Tais são inervadas na maioria por fibras eferentes, sendo em número de 12000 e estão dispostas em 3, 4 ou 5 fileiras, apresentam forma colunar, núcleo na posição basal e cílios em torno de 120. Sobre tais células tem-se a membrana tectórica, que consiste em uma membrana gelatinosa, de constituição morfológica semelhante à da cúpula da crista ampular.

A orelha interna é responsável pela transdução das vibrações sonoras, como também pela recepção e análise do som. Quando a platina do estribo oscila para frente e para trás na janela oval, gera uma onda dentro dos líquidos cocleares. Esta onda desloca a rampa média de forma semelhante a uma onda, e o padrão de deslocamento aumenta gradualmente em

amplitude, à medida que essa vai da base em direção ao ápice, até atingir um ponto máximo de deslocamento. Tal deslocamento está relacionado à rigidez da membrana basilar, onde a maior rigidez desta membrana na porção basal da cóclea opõe-se ao deslocamento quando estimulada por um som de baixa frequência, forçando a onda a viajar mais para cima na cóclea, em direção ao ápice, para uma região com menor rigidez e menos oposição à vibração de baixa frequência. Portanto, em frequências baixas, praticamente toda a membrana sofre um grau de deslocamento, e nas frequências altas uma região mais restrita da membrana basilar sofre um deslocamento (BESS; HUMES, 1998).

A fisiologia coclear também pode ser explicitada através da teoria da cóclea ativa. Essa refere que as células ciliadas externas têm a capacidade de contração rápida e contração lenta, ou seja, propriedades eletrobiomecânicas. Estudos têm demonstrado que a contração rápida não requer ATP (Trifosfato de Adenosina) e cálcio e tem função na amplificação coclear e na seletividade frequencial. Esta contração rápida seria a base do mecanismo ativo, sendo o suporte das Emissões Otoacústicas. O mecanismo da contração rápida ainda não está definido, mas parece estar relacionado à função de uma proteína da membrana basilar denominada prestina. A contração lenta das células ciliadas externas seria similar a contração muscular, pois foi demonstrada a presença de proteínas contráteis como actina e miosina nestas células, bem como reserva de cálcio. Estas contrações lentas têm a função de controlar a tonicidade das células ciliadas externas bem como regular as propriedades mecânicas da membrana basilar. Portanto as propriedades eletrobiomecânicas das células ciliadas externas ou o mecanismo coclear ativo tem grande implicação na estimulação amplificada das células ciliadas internas, a qual desempenha a codificação da mensagem sonora e a discriminação de frequência (OLIVEIRA *et al.*, 1994).

A fisiologia da cóclea ativa pode ser explicada em 3 etapas: transdução mecanoelétrica nas células ciliadas externas, transdução eletromecânica nas células ciliadas externas e transdução mecanoelétrica nas células ciliadas internas. A primeira etapa consiste na conversão de energia acústica (mecânica) em energia neural (elétrica), visto que o deslocamento da membrana tectorial e basilar determinarão o aparecimento de forças tangenciais sobre os cílios das células ciliadas externas provocando inclinação dos mesmos. Esta inclinação dos cílios determina a abertura dos canais de potássio com conseqüente entrada de potássio na célula. Esta despolarização determina o aparecimento de fenômenos elétricos nas células ciliadas. A segunda etapa ocorre após a formação dos potenciais nas células ciliadas externas, que se contraem em fase com a frequência do som (contração rápida). A terceira etapa consiste na estimulação dos cílios mais longos das células ciliadas

internas que normalmente não alcançam a membrana tectorial. Então os canais de potássio são abertos e a entrada destes íons provoca despolarização celular de modo semelhante das células ciliadas externas. Quando isto ocorre, há liberação de neurotransmissor e o sistema de inervação aferente leva a mensagem sonora, codificada pelas células ciliadas internas, na forma de impulsos elétricos às áreas auditivas centrais (OLIVEIRA *et al.*, 1994).

Após a cóclea exercer sua função de percepção sonora e discriminação frequencial, as informações auditivas (impulsos elétricos) são enviadas pelo nervo auditivo para as vias auditivas centrais.

#### **2.1.4 Vias auditivas centrais**

As vias auditivas centrais são responsáveis por levarem as informações sensoriais do sistema auditivo periférico para o córtex cerebral. As informações eletricamente codificadas percorrem o nervo auditivo até chegarem ao tronco encefálico e daí aos hemisférios direito e esquerdo do cérebro, onde são processadas e interpretadas.

A via auditiva central é constituída através das seguintes estruturas: núcleo coclear, primeiro núcleo auditivo localizado na via auditiva central e que recebe informações vindas da cóclea e transmitidas via gânglio de Corti; complexo olivar superior, que recebe fibras predominantemente contralaterais e é constituído pelo núcleo olivar lateral superior, núcleo olivar medial superior e núcleo medial do corpo trapezóide; lemnisco lateral, o qual recebe fibras predominantemente da via contralateral e se projeta para o lemnisco lateral do outro lado pela comissura de Probst. Tal via também é constituída pelo colículo inferior, que consiste em uma estação sináptica mandatória praticamente de todas as informações da via auditiva, localizado na superfície dorsal do mesencéfalo. As informações advindas de tal colículo são enviadas para o tálamo e para o córtex temporal superior ipsilateral (área auditiva primária), através de fibras nervosas aferentes (AQUINO; ARAÚJO, 2003).

As vias auditivas eferentes ou descendentes são constituídas por tratos descendentes originados em diferentes camadas do córtex auditivo, e pelas células receptoras, as quais recebem um suprimento nervoso eferente a partir do complexo olivar superior do tronco encefálico, cujas fibras, provavelmente colinérgicas, chegam à cóclea através do feixe olivococlear (BONALDI; ANGELIS; SMITH, 1998).

Portanto, para que as informações sonoras cheguem até o córtex cerebral e sejam processadas, o sistema auditivo periférico não pode apresentar nenhum comprometimento, nem mesmo estar lesionado; e a via auditiva central deve executar sua função fisiológica.

## 2.2 EXAMES AUDITIVOS

A avaliação audiológica tem por objetivo não apenas verificar quanto e como um indivíduo ouve, mas, também, ajudar a direcionar o diagnóstico nos casos de lesão do sistema auditivo, tanto no tocante ao local quanto à causa da lesão.

Para identificar algumas lesões/disfunções no sistema auditivo, são realizados exames diagnósticos. Em decorrência das características comportamentais e audiométricas das perdas auditivas por ruído, percebe-se a necessidade de prevenção através do monitoramento auditivo. Pacientes expostos ao ruído devem realizar a prevenção auditiva, visto que essa objetiva uma detecção precoce das perdas auditivas, possibilitando a revisão do tratamento ou mesmo a escolha de procedimentos alternativos. Assim, o monitoramento auditivo deve-se iniciar por uma anamnese detalhada, cujas informações são fundamentais para hipótese diagnóstica (OLIVEIRA *et al.*, 1994).

### 2.2.1 Anamnese

Anamnese possui origem grega e significa “recordar”. É baseada no diálogo entre paciente e examinador, e tem por objetivo a obtenção do maior número de informações presentes e passadas que possam ser úteis na composição do diagnóstico, prognóstico e planejamento terapêutico (HIRATA; TEIXEIRA, 2000).

A anamnese sempre deverá preceder à avaliação auditiva, quer seja em adultos ou crianças. O primeiro contato com o paciente, quando bem aplicado, traz informações fundamentais que possibilitam uma idéia quantitativa da audição e hipóteses diagnósticas. A queixa principal do paciente deve ser valorizada, pois é a partir dela que são selecionados os aspectos de maior relevância a serem interrogados. Após a identificação completa do indivíduo, elaboram-se perguntas sobre o início e a evolução do problema, os sinais e sintomas (dor, presença de otorréia, diminuição da audição, dificuldade de entender as palavras, zumbido, vertigem, dentre outros), os antecedentes familiares, exposição a ruídos intensos, passado otológico e uso de medicamentos ototóxicos. Ao decorrer da entrevista, enquanto se conversa com o paciente, pode-se lançar mão de observações acerca do comportamento auditivo do indivíduo, graduando-se a intensidade da voz e omitindo-se pistas visuais. É importante notar o padrão de articulação, o tipo e a qualidade vocal e, quando crianças, o nível de desenvolvimento lingüístico (HUNGRIA, 2000).

Portanto, a anamnese consiste no momento inicial da avaliação, sendo essencial para o processo de diagnóstico. Uma investigação detalhada fornecerá subsídios para a formulação correta da hipótese diagnóstica. É durante este momento que o profissional realiza indagações cruciais, pertinentes ao caso, como também escuta cautelosamente o paciente.

Durante a realização de tal procedimento é essencial indagar-se ao paciente se o mesmo apresenta queixas auditivas, como diminuição da acuidade e dificuldade de compreensão de fala. Deve-se referir também aos sintomas otológicos como otalgia, plenitude auricular, zumbido, otorréia, prurido, incômodo a sons altos, tontura rotatória, tontura não rotatória e cefaléia. Outras informações também são julgadas importantes em um diagnóstico auditivo como: trabalha ou trabalhou em ambiente ruidoso; tempo de exposição; trabalha ou trabalhou com produtos químicos; se apresenta hábitos sonoros com ruído; se já teve alguma doença auditiva, se já realizou alguma cirurgia no sistema auditivo; se usa ou usou antibiótico, qual e por quanto tempo; se já sofreu traumatismo craniano e/ou barotrauma; e outras questões relevantes e específicas a cada paciente (RUSSO; SANTOS, 2003).

Após a obtenção dos dados da anamnese, é essencial a realização da otoscopia, na qual será verificada a presença de rolha de cerúmen, hiperemia, dentre outros aspectos no conduto auditivo externo e a integridade da membrana timpânica.

### **2.2.2 Meatoscopia**

A meatoscopia consiste na inspeção do conduto auditivo externo e da membrana timpânica. Tal procedimento faz parte do exame clínico da orelha, sendo importante no diagnóstico diferencial entre os estados febris de várias doenças, no manuseio das causas de dor, nas prescrições de medicamentos com repercussão universal, tipos de antibióticos, nas complicações endocranianas e áreas vizinhas e do próprio ouvido, além de indicações de cirurgias a ele relacionadas (SAFFER, 1998). Tal procedimento deverá ser realizado após a anamnese, antes de se iniciar a avaliação audiológica, para que não ocorra uma obtenção errônea dos limiares tonais e dos resultados timpanométricos; visto que se deve excluir a possibilidade de rolha de cera e presença de corpos estranhos (FROTA, 1998).

Ao executar-se tal inspeção, deve-se tracionar o pavilhão da orelha para cima e para trás, com a finalidade de retificar as sinuosidades do meato acústico externo. Na criança, especialmente no lactente, essa tração do pavilhão deve ser feita para baixo. Para facilitar a descrição da localização da membrana do tímpano, esta é dividida de acordo com o mostrador de relógio, ou em quadrantes (ântero-superior, ântero-inferior, pósterosuperior e pósteroinferior).

inferior) por meio de duas linhas que cruzam em ângulo reto, uma delas passando pelo eixo do cabo do martelo (HUNGRIA, 2000).

Depois da realização da anamnese e da meatoscopia, é essencial a avaliação eletrofisiológica da audição, visto que essa é objetiva, e fornece dados fidedignos do sistema auditivo.

### 2.2.3 Emissões otoacústicas

As emissões otoacústicas consistem em um exame objetivo, que tem como finalidade avaliar o sistema auditivo periférico. Durante muitos anos acreditou-se que a cóclea só exercia a função de recepção do som, diferentemente dos dias atuais, quando sabe-se que além de receber o som a mesma produz energia acústica. Uma das finalidades das emissões otoacústicas é a possibilidade de estudar os aspectos mecânicos da função coclear de forma não invasiva e objetiva, e que estas independem do potencial de ação neural. Desta maneira, informações objetivas podem ser obtidas clinicamente, sobre os elementos neurais da cóclea (FIGUEIREDO, 2003). Este exame é realizado por meio do equipamento de otoemissões acústicas (Figura7).

Figura 7–Equipamento de otoemissões



FONTE: <http://www.alisom.com.br/portal/emissoes-otoacusticas>

É importante enfatizar que as emissões otoacústicas não estão relacionadas apenas à integridade das células ciliadas externas, mas também ao sistema de condução da orelha média, visto que alterações do ouvido externo e/ou médio comprometem a captação das emissões otoacústicas.

Antes do início do exame é primordial a realização da otoscopia, e sempre que possível da imitanciométrica, para assim determinar com precisão as condições estruturais e funcionais da orelha média. A quantidade de ruído elétrico presente em instalações elétricas inadequadas, os ruídos ambiental e do paciente, como respiração ofegante, ruidosa e agitação devem ser verificadas, pois podem interferir no exame. Outro aspecto importante a ser observado é a colocação da sonda no meato acústico externo, quando se deve realizar uma aferição do posicionamento da sonda (MUNHOZ *et al.*, 2003).

Os primeiros relatos sobre as emissões otoacústicas foram descritos por Thomas Golg (1948 *apud* AZEVEDO, 2003), que publicou estudos sobre a função coclear, rompendo a teoria do mecanismo ativo da cóclea, atribuindo-lhe um papel de amplificador mecânico. Suas idéias, muito avançadas para a época, foram abandonadas.

Após trinta anos, a linha de estudo de Thomas foi retomada por Kemp (1978 *apud* AZEVEDO, 2003), demonstrando que a cóclea, além de produzir sons, era capaz de recebê-los. Para Kemp, as emissões otoacústicas consistem em uma liberação de energia sonora produzida pela cóclea que se propaga para orelha média até o meato acústico externo. Ele observou que esta energia poderia ser captada com auxílio de um microcomputador por uma pequena sonda adaptada ao meato acústico externo, de forma rápida e não invasiva, e sua presença indica função coclear normal.

Na década de 80, pesquisas continuaram a ser realizadas por Kemp e seguidores de Thomas Gold, as quais indicaram que os potenciais receptores gerados pelas células ciliadas externas (CCE) desencadeavam mudanças mecânicas no comprimento dos corpos das células. Quando os cílios se deslocam em uma direção, o potencial receptor produzido faz com que o corpo celular da célula ciliada se contrai. Esta expansão ou contração das CCE foram comparadas a eventos semelhantes nas fibras musculares. A actina, proteína encontrada nas fibras musculares, que é fundamental para a capacidade de contração e expansão da fibra muscular, também foi encontrada nas CCE. A deflexão dos cílios na direção oposta modifica o potencial receptor fazendo com que o corpo celular da célula se expanda ou estique (AZEVEDO, 2003).

Atualmente, considera-se que as emissões otoacústicas refletem a atividade de mecanismos biológicos ativos dentro da cóclea, responsáveis por uma sensibilidade única,

pela seletividade de frequências e pela larga faixa dinâmica do sistema auditivo normal. Há evidências significantes de que esses mecanismos sejam realizados pelas CCE, pelo menos na cóclea dos mamíferos (NORTON; STOVER, 2007).

Após vários estudos, Azevedo (2003) explicitou a função da cóclea pelos mecanismos passivo e ativo. O mecanismo passivo é acionado por sons intensos superiores a 40-60 dBNPS, quando a energia sonora é forte o suficiente para mover diretamente os estereocílios das células ciliadas internas com abertura dos canais de potássio, despolarização das células ciliadas internas e formação de potenciais receptores. A despolarização provoca a liberação de neurotransmissores (glutamato) no nervo acústico, produzindo potencial de ação do nervo acústico, que transmitirá a mensagem codificada em impulso elétrico para o Sistema Nervoso Central.

O mecanismo coclear ativo é acionado por sons de fraca intensidade (inferiores a 40 dBNPS), ou seja, quando a energia sonora não é suficiente para movimentar diretamente as células ciliadas internas. Sons fracos provocam a movimentação dos estereocílios das células ciliadas externas, com abertura dos canais de potássio e despolarização das células externas (transdução mecanoelétrica). A despolarização das células ciliadas externas modifica o comprimento das células (transdução eletromecânica); o que resulta em amplificação mecânica por movimentação adicional dos estereocílios das células ciliadas externas, maior despolarização e maior modificação do corpo celular, e maior movimentação do ducto coclear. Quando este movimento é suficiente para induzir a inclinação dos cílios das células ciliadas internas, o mecanismo descrito como passivo ocorre, produzindo potencial de ação para o nervo (AZEVEDO, 2003).

Portanto, as emissões otoacústicas têm importante função no diagnóstico diferencial das alterações periféricas e centrais, nas triagens auditiva neonatal e escolar, na monitorização da função coclear em indivíduos expostos a ruídos ou medicados com drogas ototóxicas, nas disfunções cocleares por hidropsia endolinfática e em alterações metabólicas. Elas podem ser espontâneas ou evocadas.

#### a) Espontâneas

As emissões otoacústicas espontâneas (EOAE) são aquelas captadas no meato acústico externo na ausência de estimulação acústica. Essas emissões estão presentes em cerca de 40 a 60% das pessoas com audição normal e são obtidas na ausência de qualquer estimulação, havendo variações no que se refere ao sexo e à idade (HUNGRIA, 2000). Podem

ser uni ou bilaterais, únicas ou múltiplas numa mesma orelha. Há também evidências que a maior prevalência das EOA espontâneas é no sexo feminino e na orelha direita, tanto em neonatos quanto em adultos (AZEVEDO, 2003).

As mulheres apresentam mais EOAE múltiplas e bilaterais em decorrência do meato acústico externo com volume menor comparado ao do sexo masculino (PROST *et al.* (1986 *apud* AZEVEDO, 2003)). Estas diferenças entre os sexos estão relacionadas a origem genética (BILGER *et al.* (1990 *apud* AZEVEDO, 2003)). As mulheres apresentam tais emissões mais freqüentes do que os homens, em decorrência da dimensão física da cóclea ser menor nas mulheres, ocasionando um padrão mais irregular das células ciliadas (LONSBURY-MARTIN *et al.*(1988 *apud*COUBE; COSTA FILHO, 1998)).

As EOAEs são relativamente simples de se medir. È colocada no meato acústico externo uma sonda contendo um microfone sensível, de baixo ruído. O formato da sonda é parecido com as sondas utilizadas em testes de imitância acústica, e as olivas são freqüentemente adaptadas para a medição das EOAs. A sonda não precisa ser hermeticamente colocada no meato acústico, mas requer uma boa colocação para impedir ao máximo a entrada de ruído externo no meato acústico externo. O microfone, pré-amplificador e filtro devem ser todos “ruído baixo”. O sujeito deve se sentar quieto em uma cadeira reclinável confortável, com um bom apoio para cabeça e o pescoço. A saída do microfone geralmente leva a um pré-amplificador e um filtro passa-alto. Geralmente é necessário filtrar os ruídos do corpo e ruídos externos abaixo de 300-400Hz. A saída do pré-amplificador/filtro é então submetida a uma análise do domínio de frequência (Fast Fourier Transform ou FFT) utilizando um analisador espectral ou um software de FFT e um computador. Os dados podem ser estocados em dispositivos de armazenamento externo; isto é, a pressão sonora dentro do meato acústico pode ser registrada no eixo do tempo, e a análise do espectro pode ser realizada mais tarde. É mais comum fazer FFTs ao mesmo tempo em clínicas (NORTON; STOVER, 2007).

As EOAE apresentam características relacionadas à frequência e à amplitude. As amplitudes destas otoemissões podem variar, porém a frequência é estável por longos períodos de tempo. Aparecem mais comumente nas faixas de frequências de 1.000 a 2.000 Hz. A ocorrência de otoemissões acústicas espontâneas em várias frequências é comum, principalmente nas mulheres, e quando presentes, geralmente são captadas em ambas as orelhas. É importante enfatizar que quando as EOAE estão presentes sugerem o funcionamento normal dos mecanismos de amplificação da cóclea na frequência em que está sendo captada e que a média dos limiares daquele ouvido é melhor do que 25 dbNA (MUNHOZ *et al.*, 2003).

## b) Evocadas

As emissões otoacústicas evocadas são aquelas obtidas após estimulação prévia, ou seja, é introduzido um estímulo no meato acústico externo do paciente e então se registra a resposta proveniente deste estímulo (SOARES, 2001).

Essas podem ser classificadas em: transientes, produto de distorção e estímulo-frequência.

- Transientes

As Emissões Otoacústicas Transitórias (EOAT) são geralmente evocadas por estímulo acústico breve e que abrange ampla gama de frequências (clique), o que permite a estimulação da cóclea como um todo. As EOAT são registradas em 98% dos indivíduos com audição normal (AZEVEDO, 2003).

Estes clicks são apresentados em intensidade sonora variável, podendo ser apresentado de forma linear ou não linear. As apresentações de clicks de forma linear são emitidas sempre com a mesma amplitude e fase; e a não-linear quando são apresentados em série de quatro estímulos: três com a mesma fase e amplitude e o quarto, de fase oposta, com o triplo da amplitude dos primeiros, de forma que a soma seja igual a zero. Experimentos demonstram que esta técnica reduz em 40 dB os artefatos de estímulo enquanto a estimulação não-linear reduz em 6 dB (MUNHOZ *et al*, 2003).

Os autoressupracitados ainda referem que as respostas (emissões otoacústicas) são captadas por dois pontos distintos e enviados a dois bancos de memória no computador para que possam ser comparadas e analisadas. A resposta ao primeiro grupo de quatro estímulos está destinada ao banco de memória de A e o segundo ao banco B, e assim sucessivamente. Portanto, os dados relevantes para a avaliação são a energia do espectro e a correlação entre os bancos de memória.

As EOATs são obtidas utilizando-se técnicas de média de sincronia no eixo do tempo semelhantes àquelas usadas para medir potenciais auditivos evocados. Além de um microfone miniatura sensível, de baixo ruído, como o usado para medir EOAEs, a sonda contém uma fonte sonora miniatura para gerar o estímulo. As médias para respostas aos vários estímulos são calculados para melhorar a relação sinal/ruído. A pressão sonora no meato acústico é amplificada por um fator de 100-10.000, e filtrada em filtro passa-alto de 300-400 Hz. Depois é digitalizada a uma velocidade de 40-50 kHz (NORTON; STOVER, 1999, p.446).

As otoemissões transientes podem ser detectadas em aproximadamente todos os indivíduos com audição dentro da normalidade, ou que apresentem limiares de no máximo 30 dB NA, sendo indiferente no sexo e na idade. A utilização clínica deste exame consiste em procedimentos de triagem, principalmente envolvendo recém-nascidos e crianças, porém pode ainda ser utilizado com trabalhadores expostos a ruído. É importante ressaltar que casos com limiares piores que 30 dB NA podem revelar presença de células remanescentes na cóclea, porém, por limitação dos equipamentos de registro, não é possível captá-las (COUBE; COSTA FILHO, 1998).

#### • Produto de Distorção

As emissões otoacústicas por produto de distorção são emissões evocadas por dois tons puros de diferentes frequências, apresentados simultaneamente. Para captação dos produtos de distorção, são utilizados tons puros de frequências diferentes, na relação  $F2/F1=1,22$ , para a região de 500 Hz a 8000 Hz. Nesta relação, F1 representa o estímulo primário de menor frequência e F2 o estímulo primário de maior frequência e o produto de distorção obtido vai ocorrer em faixa de frequência diferente, apresentando suas maiores amplitudes e frequências:  $2 F1-F2$  e  $2 F2 - F1$  (GATTAZ ; PIALARISSI, 2004). O produto de distorção surge da incapacidade da cóclea em ampliar de forma linear dois estímulos diferentes, ocorrendo uma intermodulação que resulta em um produto de distorção. Por convenção, o tom puro de frequência mais baixa apresenta uma intensidade L1 e o tom de frequência mais alta uma intensidade L2, sendo o produto de distorção detectado de 5 a 15 dBNPS, estando freqüentemente de 60 a 70 dB abaixo do nível de intensidade do estímulo evocador (AZEVEDO, 2003).

Como vantagem deste tipo de emissão há a maior especificidade de frequência, podendo-se avaliar a cóclea desde a espira basal até a apical, variando-se as frequências primárias dos estímulos evocadores. As respostas em frequências baixas são mais difíceis de medir devido à presença de ruídos externos (ambientais) e internos (do paciente). As Emissões Otoacústicas por Produto de Distorção (EOAPD) fornecem informações mais precisas para as frequências altas (acima de 2.000Hz) até 6000Hz ou 8.000Hz. A resposta em 8.000Hz em geral não é boa pela necessidade de um alto falante com maior voltagem que aumenta a distorção. A resposta é considerada presente quando estiver 3 a 5 dB acima do ruído e com amplitude dentro dos valores estabelecidos como normais (AZEVEDO, 2003).

As EOAPD não apresentam diferenças estatísticas entre os ouvidos, porém são mais intensas em mulheres do que em homens e diminuem com a idade, principalmente em frequências agudas. Embora os aparelhos permitam captar as otoemissões desde 300 Hz até 8.000Hz, as frequências extremas são influenciáveis, principalmente as mais graves, onde a baixa amplitude das otoemissões e o alto nível de ruído tornam difícil e prolongada a sua captação; sendo assim a faixa útil das EOAPD de 1.000 a 6.000Hz (MUNHOZ *et al*, 2003).

A relação entre presença ou ausência de otoemissões acústicas por produto de distorção e o grau da perda auditiva não pode ser estabelecida, pois as otoemissões são geradas pelas contrações rápidas e lentas das células ciliadas externas, durante a execução de sua função de amplificação da amplitude do movimento vibratório da membrana basilar nas intensidades sonoras baixas, e à medida que se aumenta a intensidade há saturação do sistema. A amplificação ocorre de forma linear.

Alguns estudos fisiológicos de saturação do mecanismo de amplificação mostram que é plausível uma certa correlação entre o grau de perda auditiva e a presença ou ausência de EOAPD (MUNHOZ *et al.*, 2003).

Os produtos de distorção estão ausentes em orelhas com perda auditiva neurosensorial maior do que 50-60 dB (NORTON; STOVER, 2007). São encontrados em praticamente 100% dos indivíduos normais e, em alguns casos, com perdas sensoriais de até 45 dB (HUNGRIA, 2000). Acrescenta que as EOAPD estudam as funções remanescentes das células ciliadas externas nas orelhas que possuem perda auditiva de 45 a 55 dB (COUBE; COSTA FILHO, 1998).

A análise das respostas das emissões otoacústicas por produto de distorção depende dos seguintes parâmetros: “DP-Gram”, curva de crescimento e latenciograma. O primeiro consiste no gráfico que representa as amplitudes de resposta (em dB NPS) medidas variando-se F1 e F2 em níveis de intensidade fixos (F1=F2=70 ou F1=65 e F2=55) com F2/F1=1,22. Fornece avaliação rápida das células ciliadas externas nas frequências sonoras selecionadas. Quando a alteração do paciente for estritamente coclear a configuração da curva obtida assemelha-se à curva audiométrica. A razão de crescimento ou curva de crescimento consiste na observação do efeito do nível de pressão sonora do estímulo sobre a amplitude da resposta. E o latenciograma refere-se ao tempo que o som leva para alcançar o local gerador do produto de distorção até o registro de volta ao meato acústico externo. As latências variam em função da frequência sonora em decorrência da tonotopia coclear: quanto mais alta a frequência, menor a latência, pois os sons de frequências altas são codificados na porção basal da cóclea,

enquanto que os sons de baixa frequência são codificados na porção apical (AZEVEDO, 2003).

- Estímulo-Frequência

As emissões otoacústicas por estímulo frequência consistem em uma estimulação com tons constantes de baixo nível que pode levar à geração de uma energia acústica adicional vinda da cóclea na frequência da estimulação. Tais necessitam de um equipamento especial para sua captação. As amplitudes de respostas variam entre -20 e +10 dBNPS e podem ser encontradas em indivíduos com limiar auditivo de no máximo 20 db NA (COUBE; COSTA FILHO, 1998).

As emissões estímulo-frequência (EEF) são as frequências mais específicas e provavelmente as que têm menos aplicação clínica. Tais refletem a resposta da cóclea à entrada de um tom puro, ocorrendo simultaneamente e na mesma frequência que o estímulo eliciador. Quando um tom é apresentado à orelha, a pressão sonora medida no meato acústico externo é a soma do tom apresentado e a saída retrógrada do amplificador coclear. A falta de separação temporal ou espectral requer equipamento e processamento mais sofisticados para a medida de EEF, portanto, atualmente as EEF não são utilizadas nas práticas para o uso clínico (NORTON; STOVER, 2007).

#### **2.2.4 Imitanciometria**

A imitanciometria, ou impedanciometria, como era denominada anteriormente, começou a ser realizada em 1946, quando um dinamarquês, denominado Oto Metz, publicou os resultados de sua investigação clínica com medidas de impedância em orelhas normais e alteradas (MUNHOZ *et al.*, 2003).

Este exame é realizado por meio do imitanciômetro, ou analisador de orelha média, que possui como componentes um fone de ouvido e uma sonda, geralmente montados em um arco, conectados ao equipamento principal. Este é demonstrado na figura 8. Coloca-se uma sonda revestida por uma oliva de borracha macia no meato acústico externo em uma das orelhas e um fone de ouvido na outra. Dessa forma, os procedimentos mais realizados por este equipamento são a timpanometria e os reflexos estapedianos, porém podem ser feitos exames adicionais, como o teste de função tubária (SEBASTIÁN, 2008).

Figura 8 – Imitanciômetro- Equipamento principal



FONTE: Gambarra, 2012.

- Timpanometria

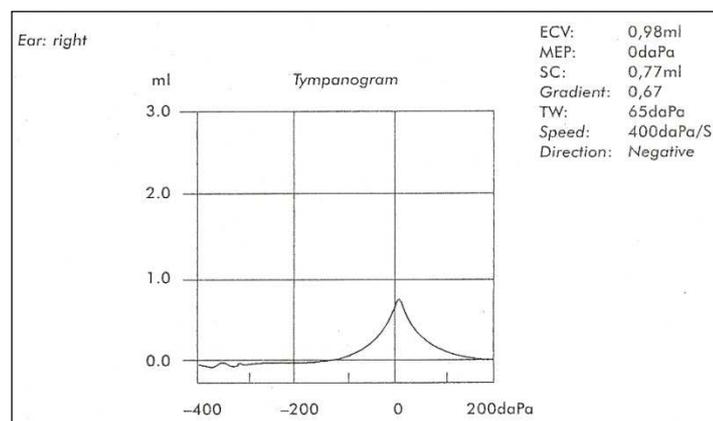
A timpanometria é o resultado gráfico dos distintos graus de complacência obtidos, variando a pressão sobre o tímpano (MUSIEK; RINTELMANN, 2001).

Durante essa avaliação, é introduzido um tom puro de 220 Hz na orelha e a quantidade de som refletido pela membrana timpânica é então medida. Dessa forma, tem-se o timpanograma, gráfico que permite a variação da pressão de ar (em daPa) no eixo X e da imitância (em ml) no eixo Y.

Podem, no decorrer da realização do exame timpanométrico, surgir diferentes tipos de curvas (RUSSO, 2003):

- Tipo “A”: habitualmente encontrada em orelhas normais. O pico ocorre a uma pressão “0” (zero) e a mobilidade do conjunto tímpano-ossicular será normal (Figura 9).

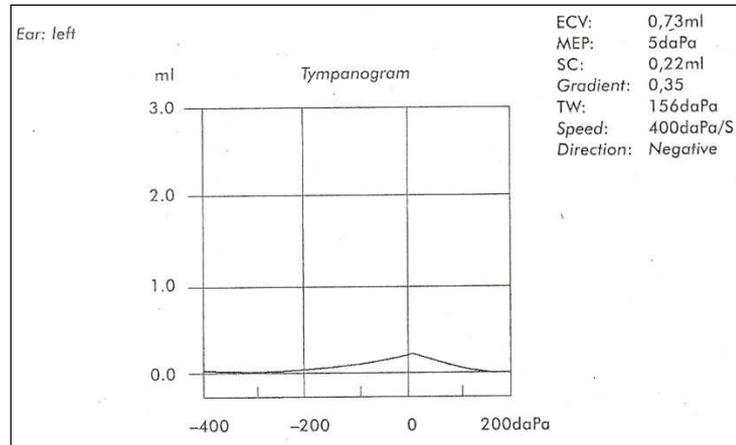
Figura 9 – Timpanograma tipo A



FONTE: Munhoz et al., 2003.

- Tipo “As”: quando a membrana timpânica está espessa ou existe alguma cicatriz, ou quando o sistema tímpano-ossicular está rígido, como na otosclerose, o pico de pressão ocorre em 0daPa, porém é reduzido em altura, originando este tipo de curva (Figura 10).

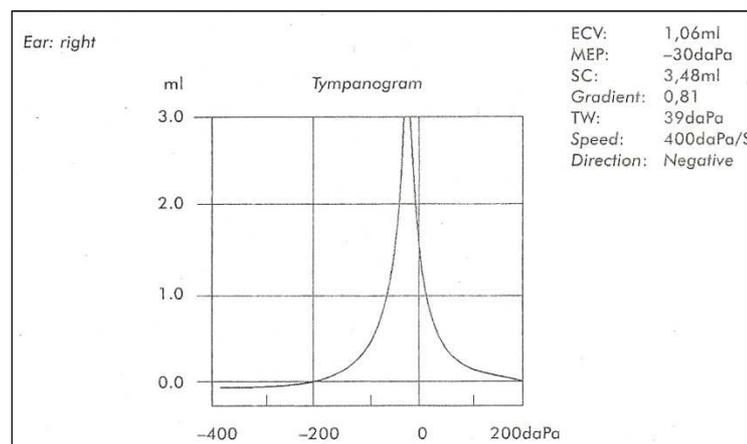
Figura 10 – Timpanograma tipo As



FONTE: Munhoz et al., 2003.

- Tipo Ad: ocorre quando o sistema tímpano-ossicular está hipermóvel, como na descontinuidade ossicular ou membrana timpânica flácida. Seu pico é próximo de 0daPa, porém é muito alto ou até fora do gráfico (Figura 11).

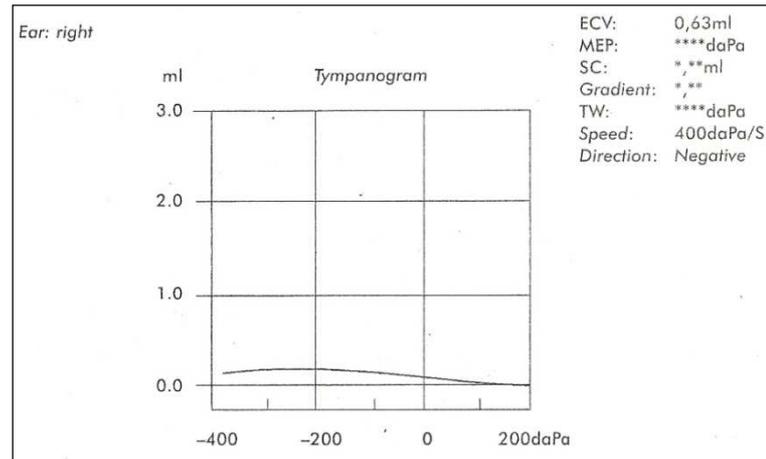
Figura 11 – Timpanograma tipo Ad



FONTE: Munhoz et al., 2003.

- Tipo B: se há líquido na orelha média, como nos casos de otites médias, será obtida este tipo de curva, a qual é achatada e sem pico (Figura 12).

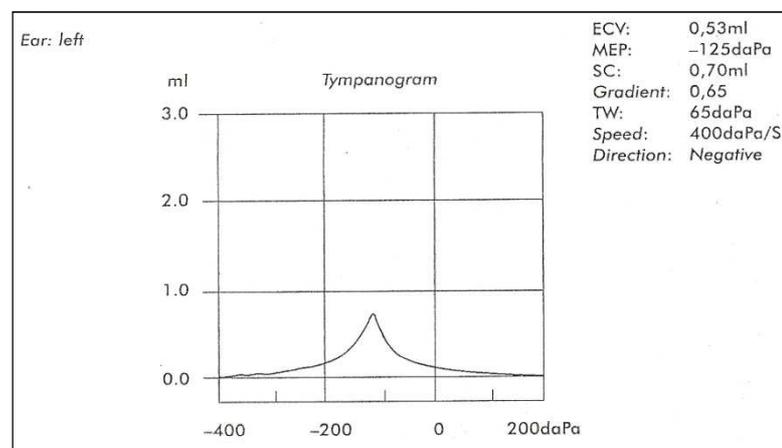
Figura 12 – Timpanograma tipo B



FONTE: Munhoz et al., 2003.

- Tipo C: ocorre quando há disfunção da tuba auditiva, e o pico ocorre em pressão negativa, geralmente abaixo de -100daPa (Figura 13).

Figura 13 – Timpanograma tipo C



FONTE: Munhoz et al., 2003.

É importante a realização da meatoscopia, ou otoscopia, antes da realização do exame, uma vez que a presença de cera ou de perfuração da membrana timpânica pode provocar uma curva tipo “B”. A cera pode obstruir a sonda e a perfuração não permitir uma vedação adequada.

- Reflexos estapedianos

É possível explorar, através da imitanciometria, os reflexos que fazem contrair os músculos do ouvido médio. E que normalmente a contração destes músculos tem lugar por um arco reflexo que se excita ante um estímulo sonoro que tem intensidade entre 70 e 95 dB acima do limiar tonal, em indivíduos com audição normal. A contração é total, involuntária e bilateral, porque sempre que um som tenha a força suficiente para exercitar os músculos de um ouvido se produzirá necessariamente a contração dos músculos do contrário ao mesmo tempo. Deve-se suspeitar da presença de recrutamento se o reflexo aparecer com menos intensidade que o normal (RUSSO, 2003).

Das principais medidas de imitância acústica (timpanometriae reflexo acústico) foi reconhecido há muitos anos que a medida dos limiares do reflexo do músculo da orelha média poderia ser aplicada com sucesso na detecção da pseudo-hipoacusia e pode ser útil na estimativa dos limiares tonais (KATZ,1999).

A contração do músculo estapédio produz uma tensão na cadeia que aumenta a resistência à passagem do som, podendo-se averiguar o estado dos componentes do ouvido médio. Se na caixa do tímpano existe algum impedimento na transmissão por falta de condução – anquiloses, interrupções de cadeia, líquido na caixa, etc. – a audição diminuirá, logo não haverá excitação. A ausência de resposta ou a contração acima dos 95 dB indica que algo ocorre na orelha média (SEBASTIÁN, 2008).

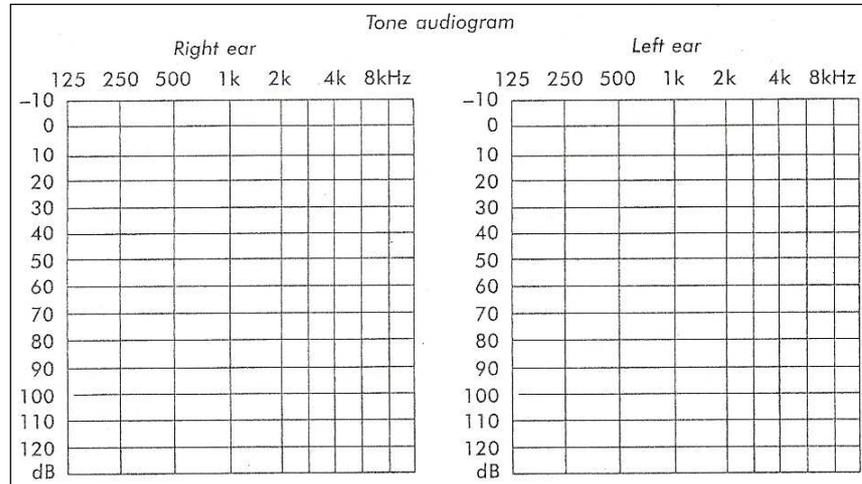
De acordo com Frota (1998), é comum estimular um ouvido e observar a mudança na complacência no outro. Esta forma de obtenção do reflexo é denominada de medida contralateral, onde o som é apresentado no fone e o registro da contração é feito no lado onde está a sonda. Com a possibilidade de ausência do reflexo contralateral, a medição do reflexo pode ser feita através da própria sonda em nível de pressão sonora (NPS), nesse caso, o som é apresentado e o registro é feito do mesmo lado, isto é, do lado da sonda. Esta forma de obtenção é denominada de medida ipsilateral.

### **2.2.5 Audiometria**

A audiometria consiste em um exame subjetivo da audição (depende da resposta do paciente), realizado com fones de ouvido e vibradores ósseos, em uma cabine acústica. Tem a finalidade de mensurar a intensidade mínima audível (limiar auditivo) para tons puros e da fala. Estes limiares são anotados em um gráfico denominado audiograma (Figura 14), tendo

em sua abscissa as frequências testadas e em sua ordenada a medida de intensidade mínima de audição em dB NA (nível de audição), para cada frequência (MUNHOZ *et al.*, 2003).

Figura 14–Audiograma



FONTE: Munhoz et al., 2003.

A audiometria é dividida em: audiometria tonal e vocal, sendo esta primeira ainda subdividida em via aérea e via óssea (RUSSO; SANTOS, 2005).

O equipamento mais utilizado é o audiômetro, que emite tons puros e permite também a emissão da voz do examinador. Geralmente a pessoa avaliada recebe o estímulo sonoro através de fones, porém, também poderão ser utilizadas caixas acústicas com alto-falantes (audiometria em campo livre). Pode ser realizado a partir de quatro anos de idade, desde que o paciente tenha compreensão suficiente para executar as respostas.

A audiometria é um exame realizado rotineiramente em clínicas particulares, serviço público, fábricas e escolas para delinear e obter os limiares auditivos de via aérea e via óssea, cujos valores em indivíduos otologicamente normais encontra-se no máximo em 25 dBNA (FROTA, 1998).

Na prática clínica, são diversos os usos da audiometria, dentre eles:

- a) Detectar a existência da perda auditiva em crianças, adultos e idosos;
- b) Auxiliar o topodiagnóstico das lesões auditivas que possam atingir estruturas das orelhas externa, média ou interna;
- c) Fornecer dados para a indicação de aparelho de amplificação sonora (AASI);
- d) Servir como exame pré-admissional, periódicos e demissional em programas de prevenção da perda auditiva em trabalhadores expostos a ruídos.

- Audiometria tonal

A audiometria tonal limiar é a determinação da menor intensidade necessária para provocar a sensação auditiva em cada frequência testada. Os limiares auditivos podem ser determinados por via aérea, testada com fones pela passagem da onda sonora através da orelha externa e média chegando à cóclea e por via óssea, testada com vibrador ósseo colocado na mastóide, sendo que as vibrações aplicadas são transmitidas diretamente para a cóclea. Na pesquisa dos limiares auditivos, devem ser testadas as frequências de 250 a 8KHz por VA (via aérea) e de 500 a 4000 hz por VO (via óssea) (PORTMANN, 1993).

A explicação detalhada do exame é parte fundamental para o sucesso das respostas esperadas. O modo mais comum de se obter a confirmação da escuta do paciente é o manual, ou seja, orienta-se o paciente para que, a cada estímulo percebido, o mesmo sinalize com a mão. Fica a critério do audiologista, e das possibilidades do paciente, utilizar outras formas de retorno (FROTA, 1998).

Lasmar (1997, p. 27) diz que “para a realização da audiometria, em trabalhadores expostos a ruídos, o repouso auditivo deve ser de 14 horas, no mínimo. Além disso, necessita de um ambiente adequado e aparelho específico”.

Como técnicas para apresentação do tom puro podem-se utilizar a técnica descendente, ascendente ou descendente-ascendente. Na técnica descendente a pesquisa do limiar inicia-se de um som presumivelmente audível para um inaudível. Recomendam-se 40 dB NS (Nível de Sensação) para o início do teste. Seleciona-se, para pessoas aparentemente normais, 50 dB NA, e para aquelas que demonstram dificuldade de entender uma conversação, 80 dB NA é o adequado. O estímulo acústico é apresentado durante aproximadamente 2 segundos, em intervalos irregulares de tempo (para evitar o condicionamento do ritmo) de pelo menos 3 segundos. A cada resposta positiva diminui-se a intensidade de 10 em 10 dB até que o indivíduo não mais escute o som, para em seguida subir-se de 5 em 5dB, até o retorno da audição, será alcançado o limiar de audibilidade mínima quando houver 50% das respostas ao tom puro (FROTA, 1998).

- Audiometria vocal

A audiometria vocal é uma etapa do exame que complementa e confirma os resultados obtidos na audiometria tonal. Os testes básicos são: limiar de recepção de fala ou SRT, definido como a menor intensidade na qual o indivíduo consegue identificar 50% das

palavras que lhe são apresentadas, o índice de reconhecimento da fala ou IRF, um teste supraliminar, que avalia a maneira pela qual o indivíduo reconhece os sons da fala; e, ocasionalmente, utiliza-se o limiar de detectabilidade de voz e palavra ou SDT, no caso do SRT não poder ser obtido (PORTMANN, 1993).

Para a realização do SRT deve ser utilizada uma lista de palavras trissilábicas ou polissilábicas, foneticamente balanceadas e que façam parte do vocabulário usual do indivíduo. Para se obter um resultado adequado é necessário que o audologista saiba como controlar a intensidade de voz (*vu meter*), ele deverá ser ajustado de modo a permitir que a agulha atinja a marca zero em todas as palavras proferidas no microfone que, por sua vez, deverá estar situado defronte aos lábios do falante a uma distância que possibilite o ajuste à marca zero do *vu meter*.

Deve-se iniciar a apresentação das palavras numa intensidade audível, estimada a partir dos limiares tonais. Para não tornar o teste cansativo, apenas um vocábulo pode ser apresentado a cada diminuição de intensidade de 10 dB. No momento em que o paciente não mais repetir corretamente, aumenta-se 5 dB e são então apresentados 4 vocábulos. Diminui-se e aumenta-se de 5 em 5 dB (sempre com apresentação de 4 vocábulos), até se estabelecer o limiar, isto é, a intensidade na qual 50% das respostas sejam corretas (2 em 4 vocábulos) (LOPES FILHO, 1997).

### 2.3 ACÚSTICA

A construção dos exames auditivos, inclusive os eletrofisiológicos, é baseada no estudo da acústica, a qual torna-se uma área muito importante de estudo, pois caracteriza o ruído quanto o nível de pressão sonora, e determina a faixa de frequência percebida pela orelha humana, permitindo conhecimentos úteis relativos aos efeitos dos fenômenos sonoros e sobre a audição. No que se refere à Audiologia, é classificada em:

- **Acústica física:** é a geração, transmissão e recepção de uma energia na forma de ondas vibracionais na matéria. A sensação do som é o fenômeno mais familiar considerado como uma vibração que se propaga pelo ar em forma de ondas e que é percebida pela orelha humana (MENEGOTTO; COUTO, 1998).

- **Psicoacústica ou Acústica Fisiológica:** diz respeito aos atributos da sensação do indivíduo para frequência (“*pitch*”), para intensidade (“*loudness*”) e, ainda, com os

juízos ou impressões individuais, em relação a ruído, sons musicais, vozes humanas, entre outros. Portanto, está relacionada com a habilidade dos ouvintes em distinguir diferenças entre os estímulos e não diretamente com os mecanismos fisiológicos dos sons (RUSSO; SANTOS, 2003).

## 2.4 SOM E RUÍDO

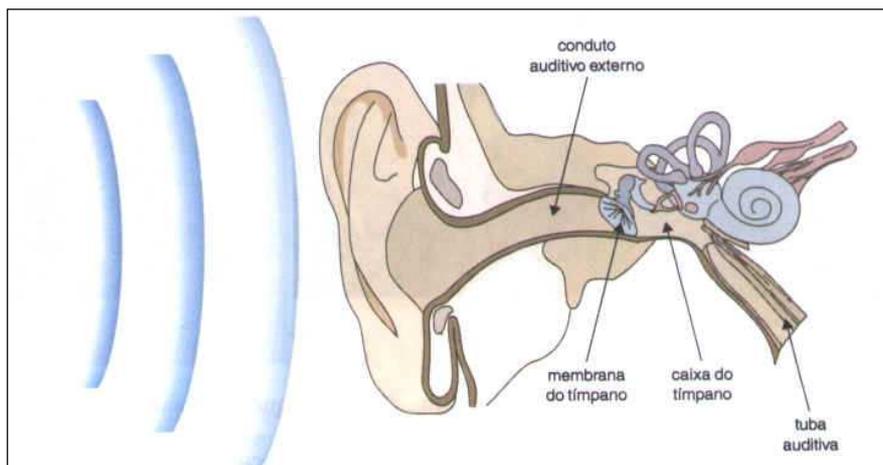
As ondas sonoras (Figura15) são tidas como os estímulos da audição. A maneira como o som é percebido é de extrema importância para a Audiologia, facilitando assim os seus procedimentos e a compreensão no que diz respeito ao som e à forma como ouvimos (RUSSO,2005).

O som é originado de uma vibração mecânica que se propaga no ar e atinge a orelha. Quando esta vibração atinge o aparelho auditivo, é chamada de vibração sonora. Assim, o som é definido como qualquer vibração ou conjunto de vibrações ou ondas mecânicas que podem ser ouvidas (SALIBA, 2001).

O som resulta de um movimento ordenado e vibratório de partículas materiais gerando compressões e rarefações sucessivas.Quando algo faz com que uma fonte sonora vibre ou oscile, um evento sonoro ocorrerá e este poderá ser transmitido para algum meio, seja ele sólido, líquido ou gasoso. Desta forma, o som não se propaga no vácuo (SANTOS; RUSSO, 2007).

Para o som ser percebido é necessário que ele esteja dentro da faixa de frequência captável pelo ouvido humano que varia, em média, de 20 a 20000 Hz(SANTOS, 1996). Assim, a percepção dos sons só ocorrerá quando as variações de pressão e a frequência de propagação estiverem dentro dos limites compatíveis com as características fisiológicas do ouvido humano.

Figura 15– Ondas sonoras



Fonte: <http://ww2.unime.it/weblab/awardarchivio/ondulatoria/acustica.htm>

O som apresenta algumas características, tais como frequência, intensidade e timbre. Frequência sonora é um conceito que caracteriza a altura de um som, definindo-o como grave, médio ou agudo. A frequência é expressa em Hertz (Hz), ou ciclos por segundo, e é inversamente proporcional ao comprimento de onda. Os sons comuns apresentam uma ampla gama de frequências, tendo a fala frequências que variam entre 300 e 3000 Hz. Intensidade sonora corresponde à amplitude das vibrações periódicas das partículas de ar e está associada à pressão e energia sonora (som fraco e forte) (HUNGRIA, 2000).

O timbre do som é dado pelas diferentes amplitudes dos harmônicos, que são sons de frequências múltiplas em relação à frequência do som fundamental. Corresponde geralmente à “impressão deixada pela onda sonora” (BEHLAU, 2005).

A intensidade do som pode ser analisada sob o ponto de vista da intensidade sonora ou da pressão (exercidas pelas moléculas) e que a unidade da escala logarítmica da intensidade do som chama-se bel. O bel é o logaritmo de uma razão de 10, sendo dividido em dez partes chamadas *decibels*. O *decibel* é um décimo do bel (MENEGOTTO; COUTO,1998). O nível de intensidade do som, ou seja, a medida dos *decibels*, pode ser verificado por meio de um equipamento denominado *decibelímetro* (Figura 16).

Figura 16– Decibelímetro



Fonte: <http://www.impac.com.br/decibelmetro/rs232/decibelmetro-SL4012-lutron.htm>

Existem outros tipos de escalas de *decibels*, e os valores dos exames audiológicos são, geralmente, relacionados numa escala denominada de dB (NA) (MENEGOTT; COUTO, 1998):

- Nível de Intensidade Sonora (NIS): a intensidade sonora medida em decibels;
- Nível de Pressão Sonora (NPS): menor pressão percebida pela orelha humana;
- Nível de Audição (NA): limiar mínimo percebido pela orelha;
- Nível de Sensação (dBNS): menor sensação percebida pela orelha;

Existem dois tipos de sons: o som complexo e o tom puro. Este é quando o som é constituído por uma única frequência, som semelhante ao do diapasão. Já aquele ocorre quando há mais de uma frequência, relacionada harmonicamente, a exemplos os sons da voz humana e dos instrumentos musicais. Porém, quando estas frequências se dão sem relação harmônica entre si, tem-se o ruído.

O ruído pode ser considerado um sinal acústico aperiódico, originado da superposição de vários movimentos de vibração com diferentes frequências, as quais não apresentam relação entre si (RUSSO, 2003).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1987) conceitua o ruído como a mistura de tons cujas frequências diferem entre si, por valor inferior à discriminação (em frequência) do ouvido.

A NR-15, anexo 2, da portaria nº 3214 classifica o ruído como contínuo, intermitente ou de impacto. Do ponto de vista técnico, ruído contínuo é aquele cujo NPS varia até mais ou menos 3 dB durante um período longo (mais de 15 minutos) de observação. Ruído intermitente é aquele cujo nível varia continuamente de um valor apreciável superior a mais ou menos 3dB durante o período de observação. E ruído de impacto aquele que se apresenta em picos energia acústica de duração inferior a um segundo.

Segundo o espectro de frequências os ruídos podem ser classificados em:

- **Ruído branco-** Denomina-se ruído branco ou gaussiano a uma onda sonora periódica que apresenta igual energia em todas as frequências de 100 a 10.000 Hz. É também denominado de ruído branco por ser analógico à luz branca, a qual caracteriza amplitude;
- **Ruído rosa** - O ruído rosa é uma filtragem do ruído branco, abrangendo uma área mais reduzida no espectro audível, ou seja, sua energia está igualmente distribuída na faixa de frequências de 500 a 4.000 Hz;
- **Ruído de fala-** O ruído de fala, assim como o ruído rosa, é outra filtragem do ruído branco. Concentra energia na faixa de frequências de 500 a 2000 Hz;
- **Ruído de banda estreita-** O ruído de banda estreita é definido como sendo uma filtragem seletiva do ruído branco, com o uso de vários filtros eletrônicos ativos, cada um dos quais deixando passar sua banda centrada na frequência do tom de teste.

O ruído é um dos agentes nocivos à saúde dos trabalhadores, e constitui a maior causa de perdas auditivas ocupacionais, causando danos irreversíveis não só a audição, mas levando a alterações orgânicas e psicológicas, refletindo na vida social dos trabalhadores (MENDES, 2003).

### 2.4.1 Poluição sonora

A poluição sonora é qualquer alteração das propriedades físicas do meio ambiente causada por um tom puro ou conjugação de sons, admissíveis ou não, que seja, direta ou indiretamente, nocivos à saúde, segurança e ao bem-estar (TALDEN, 2007).

Há aproximadamente 2.500 anos, a humanidade conhece os efeitos prejudiciais do ruído à saúde. Existem textos relatando a surdez dos moradores que viviam próximos às cataratas do Rio Nilo, no antigo Egito. O desenvolvimento da indústria e o surgimento dos grandes centros urbanos acabou com o silêncio de boa parte do planeta.

Toda a população, principalmente crianças e jovens, desconhece os perigos a que estão expostos pela constante exposição à poluição sonora ambiental, pois os lugares mais freqüentados, geralmente, possuem um alto índice de ruído.

A questão da poluição do meio ambiente atualmente está em pauta, torna-se imprescindível que essa preocupação se estenda à poluição sonora e suas conseqüências relacionadas à saúde auditiva da população, oriundas do crescimento e da industrialização dos centros urbanos.

A poluição Sonora é hoje, depois da poluição do ar e da água, o problema ambiental que afeta o maior número de pessoas (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2003).

A poluição sonora pode ter múltiplas causas: fonte mecânica pontual (máquinas, usinas, dentre outras); fontes mecânicas móveis (provocada pela circulação dos carros, caminhões, trens, aviões, helicópteros, estradas de ferro, rodovias e aeroportos); manifestações e eventos públicos (festas, fogos de artifícios, festivais, concertos e locais públicos com grande frequência).

Ela pode ser agravada por falhas na isolamento sonora dos prédios, na ausência de muros anti-ruídos, assim como o emprego de materiais que provocam a reverberação dos sons em certos ambientes fechados como, por exemplo, nos restaurantes.

- O ruído é produzido em toda parte e, portanto, o seu controle torna-se mais difícil;
- Embora o ruído produza efeitos cumulativos no organismo, semelhante à outras modalidades de poluição, diferencia-se por não deixar resíduo no ambiente tão logo seja interrompido;
- Diferindo da poluição do ar e da água, o ruído é apenas percebido nas proximidades da fonte;

- Não há interesse maior pelo ruído nem motivação para combatê-lo; o povo é mais capaz de reclamar e exigir ação política acerca da poluição do ar e da água do que a respeito do ruído;

- O ruído, ao que parece, não tem mais efeitos genéricos, como acontece com certas formas de poluição do ar e da água, a exemplo da poluição radioativa. Entretanto, o incômodo, a frustração, a agressão ao aparelho auditivo e o cansaço geral causados pela poluição sonora podem afetar as futuras gerações.

A poluição sonora difere bastante da poluição do ar e da água quanto a diversos aspectos. O ruído é a primeira fonte de queixas e uma das primeiras origens de conflitos no trabalho, entre vizinhos, entre coletividades e entre usuários de um mesmo ambiente. A poluição sonora já incomodava e era discutida desde 1941 (LACERDA *et al.*, 2005).

Para que esses altos índices de ruído fossem “controlados”, ou até mesmo que tivessem seus níveis diminuídos, criou-se uma Lei, para que os cidadãos possam se proteger de alguma forma, tendo a Justiça do seu lado, já que a poluição sonora é uma considerada uma Contravenção referente à Paz pública, foi criada uma Lei, exclusivamente, para esse fim. É a Lei das Contravenções Penais (BRASIL, Lei nº 3.688, de 3 de outubro de 1941) , que diz:

“Art. 42. Perturbar alguém, o trabalho ou o sossego alheio:  
I – com gritaria ou algazarra;  
II – exercendo profissão incômoda ou ruidosa, em desacordo com as prescrições legais;  
III – abusando de instrumentos sonoros ou sinais acústicos;  
IV – provocando ou não procurando impedir barulho produzido por animal de quem tem a guarda;  
Pena: Prisão simples “de 15 dias a três meses ou multa”.

#### **2.4.2 Limites de tolerância à exposição ao ruído**

Com relação ao tempo de exposição permitido para ruídos contínuos ou intermitentes, os valores se encontram no quadro 1.

Quadro 1–Limiaries de tolerância de exposição a sons intensos relacionados com o tempo e exposição diária

Leq (1)	Leq (2)	Tempo de exposição diária máxima
85 dB (A)	85 dB (A)	8 h
90 dB (A)	88 dB (A)	4 h
95 dB (A)	91 dB (A)	2 h
100 dB (A)	94 dB (A)	1 h
105 dB (A)	97 dB (A)	30 min
110 dB (A)	100 dB (A)	15 min
Obs.: (1) Legislação Brasileira (Portaria 3.214/78) q=5 (2) Legislação europeia q=3		

FONTE: SANTOS, 1999

### 2.4.3 Efeitos do ruído

O ruído pode afetar o organismo humano de diversas maneiras, causando prejuízos não só ao funcionamento do sistema auditivo, como também o comprometimento da atividade física, fisiológica e mental do indivíduo exposto constantemente a ele (OLIVEIRA *et al.*, 1994).

Os efeitos nocivos causados pelo ruído ao organismo humano são classificados em: não-auditivos, que são os efeitos extra-otológicos, gerais, resultando numa ação geral sobre várias funções orgânicas; e auditivos, que têm ação direta no sistema auditivo.

- Efeitos extra-auditivos do ruído

Tem-se tentado correlacionar uma série de achados ou queixas inespecíficas com a sintomatologia da exposição ao ruído. Na verdade, o somatório de manifestações que podem ser atribuídas à exposição em ambiente ruidoso diz respeito também, e não exclusivamente, ao cansaço físico e mental decorrente do trabalho sob condição ruidosa.

Durante a fase de estresse crônico por que passa o organismo exposto ao ruído há um “período de resistência”, no qual o organismo tentaria habituar-se ao agente agressor e continuaria mantendo seus sistemas de defesa e acomodação. Com o passar do tempo, contudo, ocorreria uma exaustão dos sistemas de defesa e acomodação e o organismo tenderia

a entrar em colapso e descompensar; neste momento surgem as alterações mais evidenciadas na clínica como sinais e sintomas mais intensos e persistentes (SALIBA, 2001).

Nudelmann e Seligman(2009) afirmam que alguns autores não consideram seguros os dados referentes às alterações não-auditivas causadas pela exposição ao ruído, e também que existem estudos realizados nos últimos 20 anos, comprovando a existência de transtornos causados pelo indivíduo que vive exposto a ele. Esses transtornos podem ser:

- Transtornos da Habilidade de executar atividades;
  - Transtornos Neurológicos (tremores nas mãos, diminuição da reação aos estímulos visuais, dilatação pupilar, motilidade e tremores dos olhos, mudança na percepção visual das cores de desencadeamento ou piora de crises de epilepsia);
  - Transtornos Vestibulares (vertigens, que podem ou não ser acompanhadas de náuseas, vômitos e suores frios);
  - Transtornos Digestivos (diminuição do peristaltismo e da secreção gástrica, com aumento da acidez, seguidos de enjôos, vômitos, perda do apetite, dores epigástricas, gastrites e úlceras e alterações que resultam em diarreia ou mesmo prisões de ventre);
  - Transtornos Cardiovasculares (constricção dos pequenos vasos sangüíneos, reduzindo o volume de sangue e conseqüente alteração em seu fluxo, causando taquicardia e variações na pressão arterial);
  - Transtornos Hormonais (aumento dos índices de adrenalina e cortisol plasmático, com possibilidades de desencadeamento de diabetes e aumento de prolactina, com reflexo na esfera sexual);
  - Transtorno do Sono;
  - Transtornos Comportamentais (mudanças na conduta e no humor, falta de atenção e de concentração, cansaço, insônia e inapetência, cefaléia, redução da potência sexual, ansiedade, depressão e estresse).
- Efeitos auditivos do ruído

Dependendo do tipo de exposição, podem ocorrer dois tipos de prejuízo gerados pela exposição ao ruído:

- Por exposição aguda; Trauma Acústico e Mudança Temporária no Limiar (TTS - *“Temporary Threshold Shift”*).
- Por exposição Crônica - Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR).

Sons de curta duração e alta intensidade podem resultar em uma perda auditiva imediata, severa e permanente, chamada “trauma acústico”. Qualquer estrutura da orelha pode ser lesada, mas principalmente o órgão de Corti, a delicada estrutura da orelha interna. Já exposições moderadas podem causar uma perda auditiva temporária, que a literatura denominou “TTS” (*Temporary threshold shift*). Normalmente os limiares auditivos retornam à normalidade após um período de relativo silêncio de geralmente 11 a 14 horas – daí surge a recomendação internacional de que deve haver 14 horas de repouso acústico antes da realização de exames auditivos (SALIBA, 2001).

A PAIR (Perda Auditiva Induzida por Ruído) é uma patologia decorrente de um acúmulo de exposições a ruído, repetidas constantemente, por período de muitos anos; pois a exposição contínua a ruídos tem como consequência uma deterioração auditiva progressiva e lenta, que tem características sensorineurais, com perdas não muito profundas, geralmente bilaterais e com danos irreversíveis. Os indivíduos acometidos por PAIR têm dificuldades de perceber sons agudos, já que são atingidas, inicialmente, as frequências de 4Khz e 6Khz, afetando em seguida o reconhecimento da fala. Alguns sintomas auditivos podem existir, mas não estão sempre presentes. São os zumbidos, a dificuldade no reconhecimento da fala, o recrutamento (aumento da sensação sonora frente a um som de alta intensidade), plenitude auricular (sensação de ouvido tapado) e dificuldades de localização sonora (RUSSO; 2005). Esta alteração será mais especificada no próximo tópico.

## 2.5 PAIR – PERDA AUDITIVA INDUZIDA POR RUÍDO

De todas as alterações causadas pelo ruído, discorrer-se-á sobre a PAIR mais detalhadamente.

### 2.5.1 Conceito

A perda auditiva causada pelo ruído intenso e constante é denominada PAIR. Atualmente, ocupa o segundo lugar entre as doenças mais frequentes do aparelho auditivo, sendo superada apenas pela presbiacusia (degeneração auditiva pela idade). Também ocupa o segundo lugar entre as doenças ocupacionais, sendo suplantada apenas pelas dermatoses ocupacionais (RUSSO; SANTOS, 1998).

A Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR) foi definida e caracterizada, em 1994, pelo Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva, como sendo uma patologia adquirida por exposição contínua a níveis elevados de ruído.

Existem diversas denominações para perda auditiva induzida por ruído. Lopes Filho (1997) define-a como deficiência auditiva induzida por ruído (D.A.I.R.); outros autores referem como perda auditiva induzida por níveis elevados de ruído (P.A.I.N.E.R.) ou ainda a denominam como perda auditiva induzida por ruído (P.A.I.R.) ou perda auditiva induzida por ruído ocupacional (P.A.I.R.O.) (HUNGRIA, 2000). Todos concordam que a exposição ao ruído de intensidade elevada e contínua provoca perda auditiva irreversível.

A perda auditiva induzida por ruído pode se desenvolver gradualmente num período de seis a dez anos de exposição; os danos mais precoces da orelha interna refletem uma perda nas altas frequências audiométricas (MORATA; FERNANDES, 2002). Já Oliveira *et al.* (1998) referem que esta perda produz seus primeiros sintomas a partir dos três anos de exposição ao ruído contínuo.

### **2.5.2 Classificação**

Cada vez torna-se mais evidente que na avaliação diagnóstica é necessário estabelecer critérios para parecer da hipoacusia. A normativa ISO de 1975, que preconiza a análise das frequências de 500, 1.000 e 2.000 Hz, realizada habitualmente pelos audiologistas na prática clínica, é inadequada.

A nova proposta da normativa ISO de 1999 apresenta-se mais adequada para a Hipoacusia, sendo provável, em curto prazo, sua adoção como norma. Esta estabelece, como critério, as médias das frequências de 1.000, 2.000 e 4.000 Hz (HUNGRIA, 2005).

O que se verifica, atualmente, é a tendência de incluir as frequências de 3.000 e 4.000 nas fórmulas para calcular danos auditivos induzidos por ruídos, passando para critérios preventivistas.

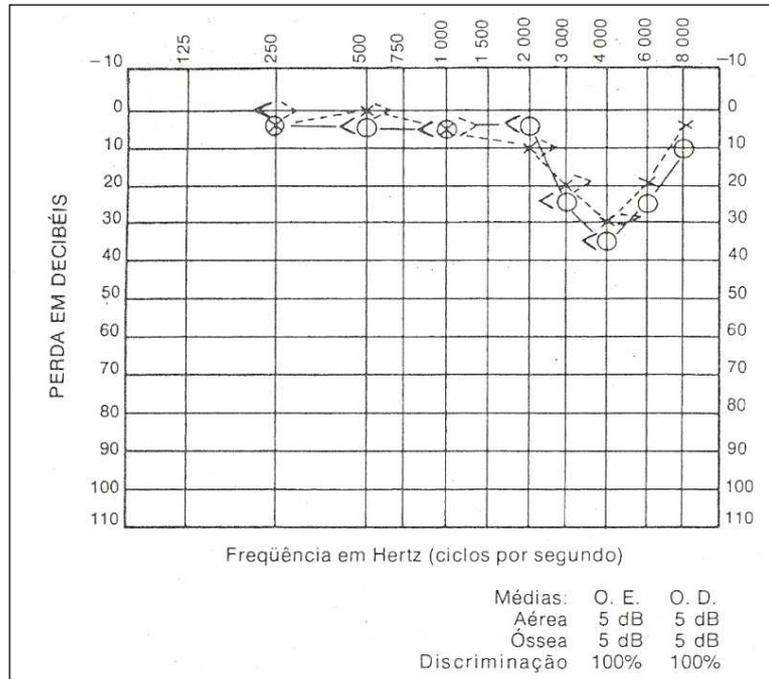
A padronização desta classificação serve para a análise de grupos e como referência para a avaliação dos resultados, não devendo ser excluída a análise individual de cada caso, na determinação de condutas preventivas. Possibilita ainda o diagnóstico de alterações precoces, a fim de que sejam tomadas medidas para a prevenção.

A Classificação da P.A.I.R. proposta por Hungria (2005) serve como referência para esta pesquisa por ser de fácil utilização e preocupa-se em detectar perdas precoces com finalidades preventivas. O autor realizou pesquisas com trabalhadores expostos a ruído, estabelecendo critérios de classificação entre os diferentes resultados.

Os audiogramas são classificados em normais, sendo este equivalente ao grau 0, estabelecendo o limite de normalidade em 25 dB, e valorizam o alargamento do entalhe

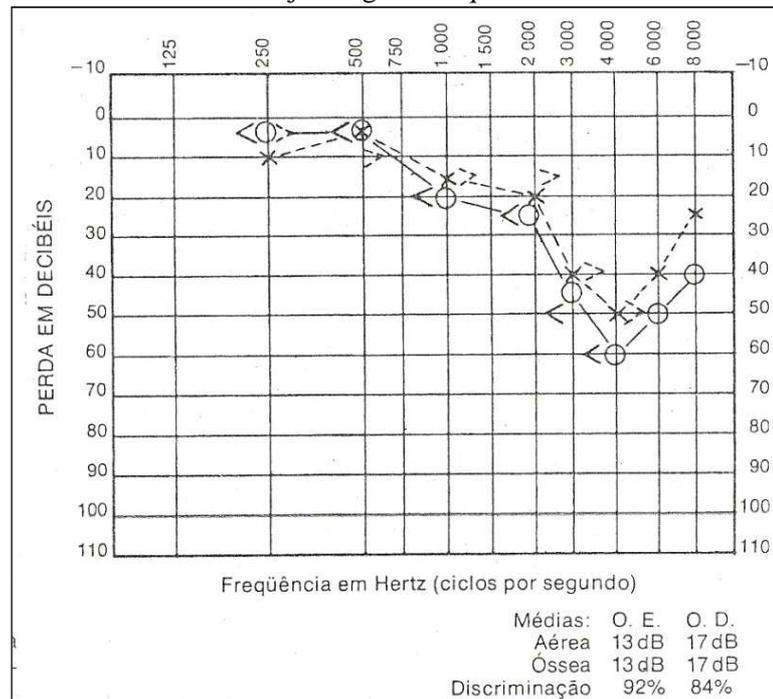
audiométrico classificando as perdas auditivas em graus de 1 a 3. Os audiogramas correspondentes estão expostos a seguir.

Gráfico1– Grau 1:Perda auditiva inicia-se apenas em 4000 Hz e não ultrapassa 30-35 dB



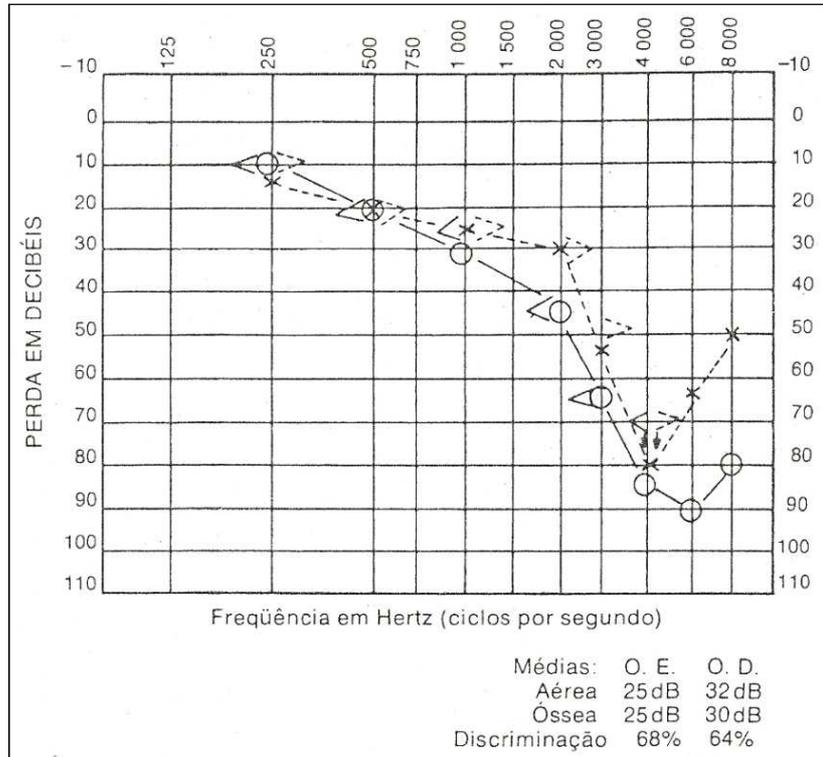
FONTE: Hungria, 2005.

Gráfico 2 – Grau 2:Perda auditiva ultrapassa 30 dB na frequência de 4000 Hz e já atinge as frequências vizinhas



FONTE: Hungria, 2005.

Gráfico3–Grau 3– A frequência de 1000 Hz já é atingida, enquanto as frequências de 4000, 6000 e 8000 Hz são profundamente agredidas



FONTE: Hungria, 2005.

Todos os trabalhadores classificados nos Grupos de 1 a 3 e/ou tiverem piora da lesão auditiva verificada por ocasião do exame audiológico, devem ser incluídos em medidas de prevenção.

No trabalho realizado por Gessinger *et al.* (1997), os Critérios de Classificação Audiométricas para Trabalhadores com Perda Auditiva Induzida pelo Ruído, os autores realizaram um estudo comparativo entre algumas classificações o que revelou ser a classificação de Hungria (2005) a mais sensível e específica às necessidades testadas.

Como alguns desses critérios não consideram a presbiacusia ou outros fatores externos como causas de perda auditiva, muitas vezes fica difícil quantificar a responsabilidade do empregador quanto a PAIR.

A PAIR pode ser classificada ainda através dos seguintes critérios não-oficiais: Costa e Kitamura (1995), ACOCMAN (HODGSON,1980) / AAOCHE (LIERLE, 1959) e Fowler (1995) e um critério oficial: INSS (GESSINGER *et al.*,1997).

É importante enfatizar que o critério estabelecido pelo INSS não apresenta classificações quanto aos graus da PAIR, apenas determinando a ocorrência ou não de PAIR. Segundo esta norma, a PAIR “é a perda bilateral, parcial ou total, de 41 decibels (dB) ou

mais, aferida por audiograma nas frequências de 500Hz, 1.000Hz, 2.000Hz e 3.000Hz (DECRETO Nº 5.296/04, ART. 5º, §1º, I, "B", C/C DECRETO Nº 5.298/99, ART. 4º, II). Utiliza-se esta norma para a expedição de carteiras passe-livre, quotas para deficientes no mercado de trabalho, aposentadoria, dentre outros processos que necessitam destas normas oficiais.

Costa e Kitamura (1995) criaram a proposta que se baseia na identificação precoce da gota acústica e de seu agravamento, ou seja, a valorização do rebaixamento da frequência de 3000 Hz primeiramente. O critério propõe cálculo da média aritmética das frequências de 500, 1000 e 2000 Hz, seguido do cálculo aritmético das frequências de 3000, 4000 e 6000 Hz. Com os valores obtidos, classifica-se a audiometria de acordo com o quadro5.

Quadro 2– Classificação das perdas auditivas induzidas por ruído

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

FONTE:Costa; Kitamura, 1995.

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

### 2.5.3 Fisiopatologia

O mecanismo básico envolvido nas lesões da orelha interna decorrentes da exposição a ruído é conseqüente à exaustão física e de alterações químicas, metabólicas e mecânicas do órgão sensorial auditivo. O resultado final pode levar à lesão das células sensoriais, com lesão parcial ou total do órgão de Corti e conseqüente deficiência auditiva. Quando ocorre uma exposição a um determinado som de intensidade superior a 85 dB, há o risco de se ter ou não

a presença de uma perda auditiva. Vai depender não somente da intensidade do som, mas também do tempo de exposição. Esse tipo de lesão é característico da PAIR (SANTOS, 1994).

A exposição regular ao ruído de intensidade superior a 85 dB produz na orelha humana uma danificação lenta, progressiva e irreversível das células ciliadas. As alterações nessa patologia podem ser mecânicas e metabólicas (HUNGRIA, 2000).

As células ciliadas externas são as primeiras a sofrerem os danos por serem as mais vulneráveis estruturas do órgão de Corti. É muito provável que quando as células ciliadas externas sejam atingidas, o *feedback* que elas realizam com o órgão de Corti, no que se refere ao funcionamento na transmissão do som, estará afetado. A mudança dessa performance pode aumentar a suscetibilidade das células ciliadas internas e das estruturas que a cercam (SANTOS; RUSSO, 2003). Desta forma, a degeneração das células ciliadas é a característica principal da PAIR.

A localização da lesão, então, é no órgão de Corti; nas células ciliadas externas e internas; gânglio espiral; fibras do nervo coclear e estruturas do sistema nervoso central. Tudo depende da intensidade do ruído; duração média de exposição diária; tempo de repouso auditivo; anos efetivos de exposição e possibilidade da existência de outros agentes que podem levar a uma perda auditiva. A lesão coclear ocorre primeiramente e principalmente na região basal, a mais ou menos 8 a 10 mm da janela oval. E pode ser decorrente de sobrecargas mecânica e funcional das células ciliadas, exaustão metabólicas decorrentes de sobrecarga, alterações vasculares, alteração na rigidez e fusão dos cílios, lesões nas células, gânglio espiral e lesões das fibras nervosas (OLIVEIRA *et al.*, 1994).

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

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

#### **2.5.4 Características principais**

Costa e Kitamura (1995, p.56) caracterizam a PAIR como sendo: “Uma patologia de caráter insidioso, cujos sinais e alertas são graduais, que vai progredindo no decorrer dos anos de exposição, e é em geral associada ao ambiente de trabalho”.

Inicialmente atinge as frequências agudas de 4000 Hz, 3000 Hz e 6000 Hz e posteriormente, com sua progressão, atinge as demais frequências de 8000 Hz, 2000 Hz, 1000 Hz, 500 Hz e 250 Hz. Pode gerar intolerância a sons intensos (recrutamento); há presença de zumbido; reflexo estapediano alterado ou ausente nas perdas auditivas acentuadas.

Embora a lesão auditiva induzida pelo ruído pareça ser bilateral e simétrica, são usuais diferenças entre os ouvidos; e, sobre determinadas condições de exposição, a alteração é unilateral (RUSSO; SANTOS, 2003).

A perda auditiva induzida por ruído é uma doença cumulativa e insidiosa, que evolui com o tempo de exposição, associada ao ambiente de trabalho. Pode ser consequência de níveis de ruído que excedam uma média de 85 dB, oito horas por dia, sucessivamente, por vários anos. Após poucos anos de contato diário com o estímulo sonoro elevado, a perda auditiva inicia na frequência de 4000 Hz e atinge uma faixa de 3000 a 6000 Hz (OLIVEIRA *et al.*, 1994).

Em relação ao tempo de exposição, a lesão é diretamente proporcional ao tempo em que o indivíduo fica exposto ao ruído, podendo encontrar patologia coclear irreversível com 100 horas de exposição. Por este motivo, aconselha-se realizar intervalos para descanso acústico em ambientes adequados, pois são fundamentais na tentativa de recuperação enzimática das células sensoriais (COSTA; KITAMURA, 1995).

Indivíduos portadores de PAIR apresentam muita dificuldade na adaptação do AASI (Aparelho de Amplificação Sonora Individual). Sua evolução ocorre em média nos primeiros dez anos de exposição; raramente atinge o grau de perda auditiva profunda (nas frequências graves os limiares não ultrapassam 40 dB e nas agudas 75 dB); não aumenta a sensibilidade da orelha para futuras exposições a ruído; dificuldade na percepção e discriminação de sons na presença de ruído de fundo; dificuldade na identificação têmporo-espacial do som; não impossibilita o indivíduo de trabalhar e uma vez interrompida a exposição a ruídos, não deve haver progressão da perda auditiva.

Não existe uma determinada idade ou sexo para um indivíduo ser acometido pela PAIR, basta ter exposição a níveis elevados sem utilização de medidas preventivas (COSTA; KITAMURA, 1995).

Torna-se importante lembrar a existência da Presbiacusia, considerada a perda fisiológica da audição onde se incluem fatores ambientais e genéticos, observada com a idade, a qual apresenta características semelhantes a PAIR: perda auditiva bilateral, gradual, progressiva, com aparecimento insidioso. Ela acontece devido a alterações no sistema auditivo, basicamente por processos de calcificação e perda de elasticidade das fibras do

ouvido interno. Este processo de presbiacusia pode ser acelerado por exposição a ruídos em ambiente de trabalho, por ototoxicidade e, também, pelo próprio ruído urbano, não podendo, porém, o ruído ser responsabilizado por todas as perdas auditivas com as características acima citadas (GERGES, 1992).

### **2.5.5 Sinais e sintomas**

As primeiras constatações dos efeitos do ruído na audição datam do século I no texto de História Natural de Plínio o Velho, o qual são relatados casos de surdez em pessoas que moravam próximas às cataratas do Nilo; de Ramazzini em 1713 com a descrição da surdez em trabalhadores de metais; com Thomas Barr em 1800 nos trabalhadores de uma fábrica de vidros; e, ainda, nos estudos impulsionados pela constatação da surdez em soldados da Segunda Guerra Mundial (MATOS, 1996).

A exposição a ruído intenso pode determinar alterações mecânicas nas estruturas cocleares ou alterações metabólicas, principalmente nas estruturas vasculares e no órgão de Corti, onde as células ciliadas externas são mais atingidas. Na audição o ruído intenso causa perda auditiva em frequências altas (por volta de 4 ou 6 KHZ) e alteração na capacidade dos indivíduos detectar seletivamente a frequência específica do sinal, principalmente num ambiente ruidoso. Os efeitos nocivos que o ruído é capaz de provocar podem ser de três diferentes tipos, que são: a mudança temporária no limiar, trauma acústico e a mudança permanente no limiar (OLIVEIRA *et al.*, 1994).

A mudança temporária no limiar, também conhecida como fadiga auditiva ou alteração transitória de audição, trata-se da redução da sensibilidade auditiva, devido à exposição a sons de alta intensidade, porém, que retorna vagarosamente ao normal, depois de cessada a exposição ao som. Ela está diretamente ligada à intensidade, frequência, susceptibilidade individual e ao tempo de exposição ao ruído (OLIVEIRA *et al.*, 1994).

As mudanças temporárias ocorridas nos limiares auditivos alteram discretamente as células do órgão de Corti, causando edemas nas terminações nervosas junto às células ciliadas, além de alterações vasculares, químicas, exaustão metabólica e uma diminuição da rigidez dos estereocílios que ocasionam uma redução na capacidade das células em perceber a energia sonora, atingindo com isso a sensibilidade auditiva (HUNGRIA, 2000).

O zumbido é o primeiro sinal de que uma pessoa foi exposta a um estímulo sonoro forte, podendo ou não ser um sintoma de uma perda auditiva passageira (RUSSO;SANTOS, 2003). Entre as pessoas com perda auditiva induzida por ruído, o número de afetados por

zumbido é elevado, e a prevalência de zumbido aumenta com o grau da perda auditiva.

O zumbido tem sido associado predominantemente com problemas da cóclea ou do nervo auditivo, apesar de não ter sido ainda esclarecido qual seria o seu substrato anatomofisiológico. Outro sintoma diferente do zumbido, porém que algumas vezes o acompanha na sintomatologia das perdas auditivas, é o recrutamento, que é a sensação de incômodo para sons de alta intensidade. No recrutamento, a percepção de “altura” do som cresce de modo anormalmente rápido à medida que a intensidade aumenta. É próprio das patologias cocleares desenvolverem o recrutamento, independentemente da perda auditiva (SANCHEZ,1997).

Os portadores de PAIR (perda auditiva induzida pelo ruído) podem ter reduzida a capacidade de distinguir detalhes dos sons da fala em condições ambientais desfavoráveis, principalmente nos momentos de conversação em grupo ou para acompanhar um programa de televisão em meio ao ruído doméstico, pois apresentam a cóclea lesada, o que acarreta a inabilidade de distinguir frequências superpostas ou subseqüentes, assim como os microintervalos de tempo. Sons excessivamente intensos, acima do limiar de desconforto, podem provocar otalgias, às vezes acompanhadas de distúrbios neurovegetativos e eventualmente até mesmo de rupturas timpânicas (COSTA; KITAMURA, 1995).

Os efeitos do ruído não se limitam apenas às lesões do aparelho auditivo, mas comprometem diversos outros órgãos, aparelhos e funções do organismo, contribuindo para o aumento das preocupações e esforços na eliminação e controle desse agente (BRUSIS *et al.*, 2008).

O estímulo auditivo, antes de atingir o córtex cerebral, passa por inúmeras estações subcorticais, em particular as das funções vegetativas que explicam os efeitos não auditivos induzidos pelo ruído(OKAMOTO (1999 *apud* SANTOS *et al.*, 1996).

São muitas as evidências de sua nocividade, especialmente na produção de alterações neuropsíquicas, tais como: ansiedade, inquietude, desconfiança, insegurança, pessimismo, depressão, alteração do ritmo sono-vigília. Porém, as pessoas expostas há mais tempo são as mais afetadas. Alterações na atenção e memória, funções cerebrais superiores, também tem sido verificadas, como descritas mais detalhadamente por Nudelmann (1997):

a) Transtornos da comunicação: em lugares onde a presença de ruído é intensa os indivíduos que apresentam perda auditiva encontram dificuldade para compreender o que está sendo dito e esta situação provoca isolamento social.

b) Transtornos da Habilidade na execução de atividades: mediante provas

demonstrou-se que a exposição ao ruído contínuo, provoca a diminuição do rendimento e eficiência, elevando o número de erros e um provável aumento de acidentes por consequência da redução da habilidade.

c) Transtornos Neurológicos: neurologistas citam como alterações o aparecimento de tremores nas mãos, diminuição da reação aos estímulos visuais, dilatação pupilar, motilidade e tremores dos olhos, mudança na percepção visual das cores de desencadeamento ou piora de crises de epilepsia.

d) Transtornos Hormonais: Costa e Kitamura (1995) relatam que a produção dos “Hormônios de Estresse” é alterada quando o indivíduo é submetido à tensão em ambientes com níveis elevados de ruído, existindo um aumento dos índices de adrenalina e cortisol plasmático, com possibilidades de desencadeamento de diabetes e aumento de prolactina, com reflexo na esfera sexual.

e) Transtornos Digestivos: Nudelmann (1997) afirma que pode-se encontrar diminuição do peristaltismo e da secreção gástrica, com aumento da acidez, seguidos de enjôos, vômitos, perda do apetite, dores epigástricas, gastrites e úlceras e alterações que resultam em diarreia ou mesmo prisões de ventre.

f) Transtornos Cardiovasculares: indivíduos submetidos a elevados níveis de ruído (acima de 70 dB) podem sofrer constrição dos pequenos vasos sangüíneos, reduzindo o volume de sangue e conseqüente alteração em seu fluxo, causando taquicardia e variações na pressão arterial.

g) Transtornos Comportamentais: mudança na conduta e no humor, cansaço, falta e atenção e de concentração, insônia, cefaléia, depressão e estresse.

h) Alteração do sono: considera-se que o ruído interfere na profundidade e qualidade do sono, surtindo efeitos negativos no dia-a-dia, com visíveis alterações no trabalho e mesmo na vida social.

i) Transtornos Vestibulares: alguns autores afirmam que, durante a exposição ao ruído e mesmo depois dela, muitos pacientes apresentam alterações tipicamente vestibulares, descritas como vertigens, que podem ou não ser acompanhadas de náuseas, vômitos e suores frios, dificuldades no equilíbrio e na marcha, nistagmos, desmaios e dilatação da pupila.

Estes efeitos podem ser mais prejudiciais e complexos que os efeitos provocados por qualquer outra estimulação sensorial, como a visual e a gustativa, por exemplo (OKAMOTO (1999 *apud* SANTOS, 1999).

Os sintomas decorrentes de exposições crônicas a ruído evoluem passando por quatro períodos (HUNGRIA, 2000):

1º período: nos primeiros dez a vinte dias de exposição o trabalhador costuma acusar zumbido acompanhado por leve cefaléia, fadiga ou tontura.

2º período: alguns meses de adaptação em que os sintomas tendem a desaparecer.

3º período: depois de alguns anos o indivíduo refere dificuldade em escutar sons agudos como tique-taque do relógio ou as últimas palavras de uma conversação, principalmente em ambientes ruidosos. A habilidade em diferenciar os sons da fala fica bastante prejudicada.

4º período: o déficit auditivo interfere diretamente na comunicação oral e geralmente reaparece o zumbido, que é um sintoma que aparece antes da sensação de redução auditiva. O dano não interfere diretamente a conversação diária, pois inicia-se nas frequências agudas. O indivíduo refere sensação de perda auditiva somente quando esta atinge as frequências da fala (500, 1000 e 2000 Hz), interferindo na comunicação oral com ou sem ruído competitivo. Um outro sintoma é o recrutamento, o indivíduo apresenta uma intolerância a sons intensos.

Alguns efeitos agravantes da P.A.I.R. são: a exposição concomitante a ruído, a determinados produtos químicos (solventes orgânicos, dissulfeto de carbonos e tolueno) como também a vibração associada a ruído (MORATA; FERNANDES, 2002).

Outros fatores como idade, sexo, ingestão de medicamentos ototóxicos (aminoglicosídeos, antimaláricos, cisplatina e alguns diuréticos), têm sido descritos como circunstâncias agravantes da P.A.I.R.

A portaria do INSS sobre perda auditiva induzida pelo ruído, seção 3, descreve que a avaliação da capacidade laborativa nos casos de perda auditiva neurossensorial raramente, por si só, leva à incapacidade para o trabalho, podendo levar apenas à mudança de função não decorrente à sequela mais sim visando ao não agravamento de saúde. Entretanto, a incapacidade fica reconhecida quando existem sintomas associados à perda auditiva como zumbidos, distúrbios do equilíbrio, distúrbios de comportamento, recrutamento e alterações somáticas e viscerais. Dependendo da intensidade destes sintomas, pode haver até mesmo a indicação de aposentadoria por invalidez. Deve se enfatizar que a diminuição da capacidade auditiva, isoladamente, não define a incapacidade laboral, salvo situações em que, na atividade laborativa, a função do segurado, requeira a perfeita acuidade auditiva (UNIÃO, Diário Oficial nº 131, 1997).

É difícil evitar o aparecimento da PAIR, mas existem meios de detectá-la e de estacioná-la. Para isso, deve ser realizado um PCA (Programa de Conservação Auditiva) efetivo, que visa a proporcionar ao indivíduo exposto ao ruído e também ao empregador formas de combater e minimizar os níveis de ruído considerados acima do limiar permitido.

## 2.6 O RUÍDO NO CONSULTÓRIO ODONTOLÓGICO

O cirurgião dentista é um trabalhador que usa e depende cada vez mais da tecnologia, estando também exposto a um risco muito grande de contrair doenças profissionais. Dentre os riscos a que esse profissional está sujeito diariamente pode se citar os agentes: físicos, químicos e biológicos, sendo o ruído um agente físico importante.

O cirurgião dentista está exposto a várias fontes de ruído, segundo Mondelli (2003), tais quais:

- Compressor de ar (Figura 17): é considerado um dos mais importantes equipamentos do consultório odontológico. Sua função é produzir e armazenar ar para todo sistema (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1994). Existem diversos tipos e tamanhos de compressores no mercado. São compostos por uma unidade de compressão propriamente dita, por um motor e um tanque de armazenamento de ar. Os principais motores usados em compressores são os elétricos, sendo a potência e o tamanho definidos pelas necessidades de produção do ar comprimido. O tamanho do compressor é definido pela necessidade de produção de ar suficiente para o pleno funcionamento de todos os equipamentos (SAÚDE, 1998).

- Turbina de alta rotação (Figura 18): é um aparelho movido por rotação alta do motor. Esta rotação é tão alta que há um jato de água contínuo, que vai umedecendo broca e o dente para que o tecido dental não seja superaquecido. Embora faça muito barulho, provoca menos dor porque não trabalha sob pressão.

- Turbina de baixa rotação: com aparência parecida com a turbina de alta rotação, é um equipamento no qual se coloca uma broca, e remove a cárie dental. É movida por rotação baixa do motor, funcionando por pressão, daí o trepidar que o paciente sente na cabeça.

- Sugador de saliva (Figura 19): equipamento utilizado para remover a saliva ou outro líquido da cavidade oral. Atualmente é mais usual a utilização da versão descartável.

- Amalgamador (Figura 20): aparelho para realizar a amalgamação rápida de uma liga com mercúrio.

Figura 17 – Compressor



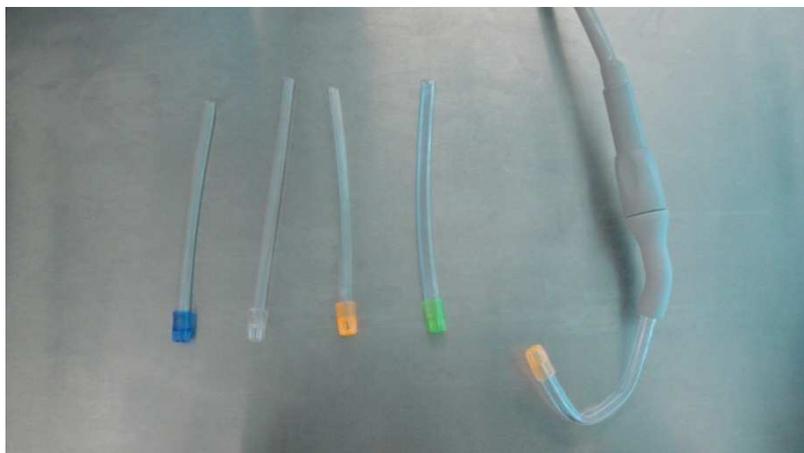
FONTE: GAMBARRA, 2012.

Figura 18 – Turbina de alta rotação



FONTE: GAMBARRA, 2012.

Figura 19 – Cãnula de sucção e sugadores de saliva



FONTE: GAMBARRA, 2012.

Figura20 – Amalgamador



FONTE:GAMBARRA, 2012.

Além desses equipamentos, há outros fatores como som ambiente e ruído externo ao ambiente de trabalho.

Os estudos sobre os geradores de ruído nos consultórios dentários iniciaram-se em 1950 (DJERASSI (1950, *apud* SOUZA, 1996), com análise dos instrumentos utilizados por estes profissionais, em especial as turbinas de alta rotação, que haviam há pouco sido introduzidas na Odontologia. Já neste momento, foi observado o alto nível de ruído emitido (aproximadamente 100 dB) e em alta frequência (acima de 6.000 Hz) (COSTA (1989, *apud* SAQUY (1996)).

As turbinas modernas, se mantidas sob manutenção técnica periódica e adequadamente lubrificadas, apresentam um nível de ruído abaixo de 85 dB, sendo incapazes de produzir a PAIR no cirurgião-dentista (SHINOHARA; MITSUDA, 1998). Contudo, as turbinas de alta rotação podem emitir sons de intensidade acima de 90 dB, dependendo do modelo, da idade e conservação, da distância do ouvido do operador e da consistência do material que a broca estiver cortando (LOPES; GENOVESE, 1991). Corroborando esta última afirmação, foram encontrados ruídos de cerca de 86 dB em consultórios dentários, uma vez que não apenas os instrumentos emitiam ruídos, mas também havia outras fontes geradoras, tais quais: ar condicionado barulhento, televisão em volume forte, etc. (CHEN *et al.*,2009)

A primeira evidência conclusiva de que a exposição ao ruído produzido pelos instrumentos utilizados pelos dentistas poderia causar dano à audição foi observada por Sheldon e Soko (1984, *apud* Lopes e Genovese (1991)), em um estudo onde 40 entre 148 dentistas que foram expostos diariamente, durante aproximadamente quatro anos, ao ruído da turbina de alta rotação. Estes apresentaram uma perda auditiva em torno de 5 a 7 dB. Em

outro estudo, realizado no Canadá, estes mesmos autores são enfáticos ao relacionar a perda auditiva dos cirurgiões-dentistas ao tempo de prática destes, sendo a alteração nas frequências de 3000, 4000 e 6000 bem maiores em dentistas que possuíam mais de 30 anos de prática que nos com cerca de cinco anos.

Di Francesco (1996, *apud* SOUZA, 1998) realizou um levantamento populacional do Brasil sobre a Perda Auditiva Induzida pelo Ruído em dentistas. Foram estudados 896 profissionais dentistas e estudantes de odontologia com idades entre 19 e 75 anos, com até 48 anos de vida profissional. Estes foram submetidos a um questionário sobre antecedentes otológicos e fatores de risco para perda auditiva, otoscopia e audiometria tonal. Foram encontrados 87% dos ouvidos comprometidos, com maior frequência em 6000 Hertz. Da amostra estudada, 40% apresentaram perda sem preferência de lado, sendo a sua gravidade diretamente relacionada ao tempo de exposição. A conclusão da sua pesquisa foi que o ruído dos motores de consultório provavelmente provoca lesão auditiva e que um programa de alerta deve ser estabelecido para estes profissionais, uma vez que, em função de sua característica de profissão autônoma, não existe a exigência de realização de audiometrias periódicas recomendadas por lei, nem em serviço particular nem público.

O grau de risco para perdas auditivas em dentistas depende de vários fatores, dentre eles a susceptibilidade individual, exposição diária aos instrumentos ruidosos e padrões de uso destes. Foi realizado um estudo com exames audiométricos com 137 dentistas e 80 médicos, sendo estes últimos escolhidos por terem um melhor limiar auditivo nas frequências agudas, de acordo com a literatura. Os achados demonstram que a orelha esquerda de dentistas destros apresentou uma perda de audição nas frequências de 3000 e 4000, provavelmente associadas à proximidade com o ruído-fonte, sugerindo assim uma relação de causa e efeito entre a perda auditiva e o uso de peça-de-mão de alta velocidade por estes profissionais (SZYMÁNSKA, 2000).

Além do problema auditivo, o ruído pode trazer outros problemas de saúde, como estresse físico e psicológico, podendo promover também aumento da pressão arterial (OLIVEIRA *et al.*, 2007). Como efeitos extra-auditivos do ruído são apontados: cefaléia, tontura, problemas de coluna, problemas de sono, hipertensão, ansiedade, nervosismo, desatenção, formigamento e esbranquiçamento dos dedos, zumbido e problemas de visão (FERNANDES; MORATA, 2002). Em uma pesquisa realizada na Alemanha, foram detectado aumento da pressão arterial e reações neurovegetativas exacerbadas em dentistas expostos ao ruído após 8 horas seguidas de trabalho (BRUSIS *et al.*, 2011).

Em relação à satisfação com o trabalho e à saúde mental, existe a pesquisa de Cooper (1987, *apud* SOUZA, 1998) realizada em uma amostra de 484 dentistas ingleses, que encontrou 1/3 dos profissionais insatisfeitos, com um índice de insatisfação maior entre os homens e, ainda, a existência de problemas coronários. A discussão sobre os riscos ocupacionais na odontologia é retomada por Watt e Croucher (1991, *apud* SOUZA, 1998) em um estudo qualitativo a respeito da percepção dos profissionais sobre a AIDS. O estudo incluiu 23 dentistas com idade média de trabalho de 14 anos e, além da AIDS, o estresse, o mercúrio, problemas nas costas, exposição a anestésico, hepatite B, herpes simples, radiação, lesões nos olhos, litígios e inclusive o ruído foram mencionados como riscos ocupacionais.

Em uma pesquisa com ratos, foi observado o grau de irritabilidade destes animais, através de um sistema de sinos afixadas nas gaiolas, e comprovado que o som da turbina foi o mais excitante e produziu as piores respostas (RAPP (1971, *apud* SOUZA, 1998). Posteriormente, este autor realizou estudos sobre respostas fisiológicas de humanos frente aos instrumentos. Iniciou com a medição do nível de pressão sanguínea e observou que a peça-de-mão tem grande influência na sua variação, aumentando-a em 5 minutos e tendo a sua volta à normalidade ocorrido lentamente apenas 15 minutos após cessado o estímulo ruidoso.

Desta forma, a Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR), conceituada como uma diminuição gradual da acuidade auditiva do tipo neurossensorial decorrente da exposição contínua a níveis elevados de ruído, constitui-se em doença profissional de grande prevalência no meio odontológico.

Mesmo que os Cirurgiões-Dentistas não estejam expostos a uma dose tão grande de ruído, há de se considerar a suscetibilidade individual e lembrar que alguns medicamentos, como os diuréticos, podem causar lesões auditivas (RUSSO; SANTOS, 2003). Como há outros fatores predisponentes às perdas auditivas, se associados à exposição ao ruído podem comprometer ainda mais a saúde do cirurgião-dentista.

Além disto, os diferentes tipos de trabalho executados pelos cirurgiões-dentistas também surgem como fatores determinantes para as perdas auditivas. Szymánska (2000) refere que cirurgiões-dentistas que trabalham com motores de laboratório, ou seja, peças mais pesadas para realização de cirurgias odontológicas são expostas a níveis de ruído bem maiores que os que trabalham apenas com peças-de-mão, como por exemplo, as turbinas, sugadores, etc. E estas peças-de-mão, ainda segundo o mesmo autor, diferem de acordo com a velocidade desempenhada pelas mesmas.

De acordo com Tôres *et al.* (2007), na realização de um estudo com 329 acadêmicos do Curso de Odontologia da Universidade Federal da Paraíba, chegou-se à conclusão de que

os estudantes entrevistados têm consciência dos riscos e medidas de prevenção relacionados ao ruído, embora não ponham em prática tal conhecimento. Os mesmos ainda relataram que o problema do ruído produzido pelos equipamentos odontológicos é uma realidade que acompanha o cirurgião-dentista desde o período de sua formação profissional. Os mesmos entrevistados, quando questionados sobre que medidas de proteção são importantes para a prevenção da PAIR, citaram o uso do protetor auricular, a realização de manutenção técnica periódica dos equipamentos, e a localização adequada do compressor, citados por 53%, 50% e 28% dos alunos, respectivamente. Tal resultado corroborou os estudos de Saquy *et al* (1994), citando os mesmos aspectos como preventivos à perda auditiva.

Existem medidas de prevenção e controle das doenças ocupacionais auditivas. Uma delas refere-se ao fato de que o cirurgião-dentista deveria incluir o protetor auricular no Equipamento de Proteção Individual (EPI), uso de material fonoabsorvente poroso (como por exemplo painéis de lã de rocha ou placas de borracha) para promover o isolamento acústico e realização de manutenção técnica periódica dos instrumentos rotatórios, principalmente das turbinas de alta rotação, à fim de minimizar o ruído no consultório odontológico. Assim, os acadêmicos de odontologia, bem como os cirurgiões dentistas devem tomar tais medidas uma vez que, o uso simultâneo de várias turbinas, como ocorre nas clínicas universitárias, aumenta a intensidade total dos ruídos de cada turbina, exacerbando o limite que o ouvido humano é capaz de suportar.

A gravidade do problema da relação entre o ruído e a perda auditiva pode ser exemplificada pelo fato dos eletrodomésticos nacionais serem regulamentados para adoção de selos, especificando o nível de ruído. Por outro lado a indústria odontológica ainda necessita de maior preocupação em fornecer dados sobre o nível de ruído emitido por seus equipamentos (SOUZA, 1998).

Embora seja o ruído o agente mais difuso no consultório odontológico, os esforços no seu controle têm sido limitados. Faz-se necessário a criação de ambientes adaptados ao Cirurgião-Dentista, tendo este um papel determinante no monitoramento ambiental, na identificação de problemas e soluções, em suas atividades diárias (BUSCHINELLI; ROCHA; RIGOTTO, 1994; SECRETARIA DE SAÚDE DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1994).

## 2.7 PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE PERDAS AUDITIVAS (PPPA)

De acordo com a NR-9 da portaria nº 3.214 do Ministério do Trabalho, toda empresa deve ter um PPPA que possa proporcionar melhoria e maiorconfortabilidade à audição do trabalhador.

Em 1996, o National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) publicou o Guia prático para prevenção de perda auditiva ocupacional, apresentando, entre outros, uma nova concepção para implantação de programasque tenham como objetivo evitar a ocorrência de perdas auditivas em trabalhadores.

O NIOSH propôs também o uso do termo “Programa de Prevenção de Perdas Auditivas (PPPA)”, em detrimento de Programa de Conservação Auditiva (PCA), visto que este implica manutenção do estado auditivo do sujeito, tenha ele ou não uma perda auditiva, enquanto a prevenção, por sua vez, implica evitar o desencadeamento desta perda.

O NIOSH enfatiza que o uso do termo PPPA, além de incorporar todos os itens do antigo PCA, acrescenta algumas etapas que tornam tais programas mais amplos e, conseqüentemente, mais eficazes.

No entanto, o mais importante não é o termo a ser utilizado para denominar o programa, mas que sejam estabelecidas, a priori, as metas que precisam ser alcançadas, a partir da realidade de cada local.

O PPAA se constitui em um conjunto de ações coordenadas que têm por objetivo prevenir ou estabilizar as perdas auditivas ocupacionais. Por se tratar de um conjugado, o PPPA é um processo contínuo e dinâmico de implantação de rotinas nos ambientes de trabalho. Portanto, enquanto existirem riscos para a audição presentes nos processos produtivos ocorre à necessidade de se buscar sua redução ou eliminação (BERNARDI, 2003).

A necessidade deum PPPA efetivo foi determinada a partir da constatação de que o ruído ocasiona umdos mais freqüentes problemas ocupacionais, a PAIR. Os efeitos do ruído vão além da perda auditiva, mostrando uma razão adicional para a proteção do trabalhador, indicando a importância da implantação deste programa (SUTER (1993, *apud* NUDELMANN *et al.* 2001)).

O PPPA implica o estabelecimento de um sistema de gerenciamento a ser incorporado no sistema geral de gestão ambiental da empresa ou ambiente de trabalho do profissional. Assim, torna-sefundamental a definição dos seus objetivos específicos.

São vários os objetivos de um PPAA, mas dentreos principais são citados (BERNARDI, 2003):

- 1) Melhorar a qualidade de vida do trabalhador evitando a surdez e reduzindo os efeitos extra-auditivos causados pela exposição a níveis de pressão sonora elevados e outros agentes de risco para a audição.
- 2) Identificar os profissionais com patologias auditivas não relacionadas ao trabalho, encaminhando-os para tratamento adequado, mantendo-as em controle e sugerir o enquadramento na lei dos Portadores de Deficiência;
- 3) Diagnosticar precocemente os casos de Perdas Auditivas Ocupacionais, estabelecendo medidas eficazes, preservando a saúde dos trabalhadores;
- 4) Reduzir o custo com reclamações trabalhistas.

Enfim, os PPPA's envolvem ações simultâneas de vigilância epidemiológica, ou seja, avaliações e intervenções sobre o efeito dos níveis de pressão sonora e outros agentes sobre a audição, e de vigilância sanitária por meio do reconhecimento, antecipação, avaliação e controle dos riscos para a audição.

Exatamente por essa razão há a necessidade de um trabalho integrado entre equipe médica, fonoaudiológica e engenharia e segurança.

A área de conservação auditiva tem um sentido amplo por compreender um meio de prevenir o dano ao sistema auditivo. Assim, um PCA ou PPPA não consiste apenas em disponibilizar equipamentos de proteção individual (EPI), mas, sim, em um conjunto de medidas que deveriam ser implementadas, a saber: mapeamento do ruído, indicação de áreas de risco de ruído e avisos de alerta, controle de ruído, proteção da audição, educação, treinamento e testes audiométricos (GERGES, 1992).

Por ser um profissional com conhecimentos específicos na área de Audiologia, conclui-se que o fonoaudiólogo possui competência técnica para fazer parte do PPPA. Sua inserção deu-se inicialmente pela necessidade que a lei impôs de realização obrigatória de exames audiológicos em todos os trabalhadores expostos a ruídos acima dos limites de tolerância nas empresas (BERNARDI, 2003).

Fazem parte do trabalho do fonoaudiólogo dentro da equipe de saúde do ambiente de trabalho ruidoso:

1. Organizar os exames para subsidiar o diagnóstico médico;
2. Analisar o panorama epidemiológico de perdas auditivas e estabelecer prioridades para projetos de melhorias ambientais;
3. Elaborar tabelas de indicação de protetores;
4. Controlar seu uso por parte dos trabalhadores;

5. Elaborar campanhas de saúde auditiva, palestras e treinamentos periódicos para a correta utilização dos protetores e sensibilização dos trabalhadores para a prevenção dos riscos para a audição;
6. Veicular constantemente as informações relacionadas às ações de prevenção das perdas auditivas por meio de todos os recursos de mídia disponíveis na empresa (boletins periódicos, jornais, cartazes, internet, etc.).

Com isto, fica cada vez mais explícita a necessidade do trabalho do fonoaudiólogo como um consultor de Programa de Prevenção de Perdas Auditivas (PPPA). Esse programa, assim como os demais atos de prevenção, deve ser uma implantação de rotinas de forma permanente e continuada uma vez que as condições ambientais de trabalho e os processos produtivos de trabalho estão em constante mutação.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

No primeiro momento da pesquisa realizou-se um resgate da literatura, por intermédio de fontes como livros, artigos em periódicos *on line* e impressos. Tal levantamento consiste em uma pesquisa bibliográfica, que tem como função buscar, conhecer e analisar as contribuições culturais ou científicas do passado existente sobre um determinado assunto, tema ou problema (BERVIAN; CERVO, 2002).

Em seguida, foi realizada uma pesquisa de campo, a qual segundo Lakatos e Marconi (2009) tem como objetivo obter informações e/ou conhecimentos acerca de um problema para o qual se procura uma resposta; ou de uma hipótese que se deseje comprovar, ou, ainda, descobrir novos fenômenos ou relações entre eles.

Como método de abordagem foi utilizado o indutivo, onde inicialmente se realizou uma entrevista para obtenção dos dados. A indução é um processo mental que, partindo de dados suficientemente constatados, infere-se uma verdade geral ou universal, não contida nas partes examinadas (LAKATOS; MARCONI, 2009). Portanto, o objetivo dos argumentos é levar a conclusões cujo conteúdo é muito mais amplo do que o das premissas nas quais se basearam. Esse método permite, mediante observações, levantamentos de determinados fatos, situações, inferir condições e situações gerais e esperadas (PARRA; SANTOS, 2003).

O estudo pode ser denominado seccional ou transversal (MEDRONHO; BLOCH, 2008), no qual cada cirurgião-dentista selecionado na amostra foi avaliado no mesmo período de tempo, entre outubro de 2011 e janeiro de 2012. Foi realizada uma entrevista, uma avaliação do nível de ruído dos instrumentos utilizados e um exame audiológico, visando à verificação do limiar auditivo dos pesquisados. Dessa forma, a técnica de documentação empregada foi a direta intensiva.

O método de procedimento utilizado foi o estatístico, que permite obter, de conjuntos complexos, representações simples e constatar se essas verificações simplificadas têm relações entre si. Dessa forma, o método estatístico tem como papel fornecer uma descrição quantitativa da sociedade, considerada como um todo organizado (LAKATOS; MARCONI, 2009).

### 3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A presente pesquisa teve como população-alvo os cirurgiões-dentistas que atuam nas Unidades de Saúde da Família (USF's) da cidade de João Pessoa – PB.

Acerca do tamanho da amostra, esta foi calculada por meio da seguinte fórmula:

Em que  $Z_{\alpha/2}$  é o valor crítico da norma normal com nível de confiança de 95% ( $1-\alpha$ ),  $E$  significa o erro e  $n$  é o tamanho da amostra.

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot 0,25}{E^2}$$

Utilizando  $\alpha = 0.1$ ,  $Z_{\alpha/2}=1.64$  e  $E=0.1$ , obtém-se como resultado 67.

Os critérios de elegibilidade desta pesquisa consistiram de sujeitos que aceitaram participar do estudo, mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, trabalhando na USF há pelo menos 3 (três) anos e com idade de 25 a 55 anos. Esses últimos critérios justificam-se pelo fato de alguns autores, como Oliveira *et al.* (1998), relatarem que a PAIR produz seus primeiros sintomas a partir dos 3 anos de exposição contínua ao ruído. Além disso, há possibilidade de confusão entre a PAIR e a presbiacusia, sendo esta última uma perda auditiva causada pelo envelhecimento das células ciliadas externas, que, segundo alguns autores, como Gerges (1992) e Russo e Santos (2003), manifesta-se na maioria dos casos a partir dos 55 anos de idade.

Os critérios de exclusão foram a submissão a cirurgias otológicas, histórico de alterações de orelha média ou perda auditiva anterior à exposição ao ruído, que poderiam se constituir em vieses na pesquisa. Alguns exames, como a audiometria tonal e vocal e as emissões otoacústicas, são influenciados pelo sistema de condução da orelha média, visto que alterações do ouvido externo e/ou médio comprometem a captação do som (RUSSO; SANTOS, 2003).

### 3.3 PERÍODO E LOCAL DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada em Unidades de Saúde da Família (USF's) da cidade de João Pessoa-PB, entre outubro de 2011 e janeiro de 2012. A cidade de João Pessoa, que possui cerca de 702 mil habitantes (IBGE, 2011), está demarcada territorialmente sob a forma de cinco Distritos Sanitários (DS), com o objetivo de organizar a rede de cuidado progressivo do sistema e garantir à população acesso aos serviços básicos, como também aos

especializados e a assistência hospitalar. Cada Distrito é composto por várias USFs (Unidades de Saúde da Família), totalizando 180 na cidade de João Pessoa (SAÚDE, 2011).

A Equipe de Saúde da Família (ESF) é composta por um médico, um enfermeiro, um auxiliar de enfermagem, um odontólogo, um auxiliar de saúde bucal e seis agentes comunitários de saúde, que cuidam, em média, de 1000 famílias e desenvolvem ações de promoção à saúde, prevenção, recuperação e reabilitação de doenças (ALMEIDA *et al.* 1998).

No caso da necessidade de uma avaliação audiométrica e imitanciométrica (exames complementares), os voluntários foram encaminhados à Fundação Centro Integrado de Apoio ao Portador de Deficiência (FUNAD) para a realização destes.

### 3.4 CRITÉRIOS ÉTICOS

A presente pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética do Centro Universitário de João Pessoa – UNIPÊ, de acordo com a Resolução nº 196/96 do CNS/MS, e aprovada em fevereiro de 2011 (anexo A).

### 3.5 VARIÁVEIS

As variáveis utilizadas na pesquisa, tanto as independentes (gerais, causa e auxiliares no desfecho) quanto a dependente (desfecho) foram selecionadas após uma ampla busca na literatura, verificando se elas são significantes na realização do estudo. Estas estão especificadas na tabela 1.

Tabela 1 – Variáveis consideradas no estudo acerca das repercussões do ruído na audição dos cirurgiões-dentistas

<b>VARIÁVEL DE ESTUDO</b>	<b>ESCALA DE MENSURAÇÃO</b>
<b>GERAIS</b>	
Idade do paciente	Intervalar
Autopercepção do ruído	Nominal
<b>CAUSA (EXPOSIÇÃO)</b>	
Tempo de exposição ao ruído	Intervalar
Carga horária de trabalho com ruído	Intervalar
Atividades complementares que envolvem ruído	Nominal
Antecedentes familiares com surdez	Nominal
Distância do compressor à sala	Intervalar
Uso de equipamentos de proteção individual (EPIs)	Nominal
Uso de medicamentos por tempo prolongado	Nominal
Patologias otológicas anteriores	Nominal
Efeitos extra-auditivos do ruído	Nominal
Nível de ruído dos instrumentos no ambiente de trabalho	Intervalar
Resultado do Teste de Emissões Otoacústicas	Nominal
<b>AUXILIARES DO DESFECHO</b>	
Intensidade de resposta por frequência	Intervalar
Frequências atingidas	Intervalar
<b>TIPO DO AGRAVO (DESFECHO)</b>	
Déficit auditivo	Nominal

As variáveis de causa (exposição) verificadas no estudo foram: idade, tempo de exposição ao ruído, carga horária de trabalho com ruído, atividades complementares que envolvem ruído, antecedentes familiares com surdez, distância do compressor à sala, uso do equipamento de proteção individual (EPI), uso de medicamentos por tempo prolongado, patologias otológicas anteriores, sensação de hipoacusia, efeitos extra-auditivos do ruído, nível de ruído dos instrumentos no ambiente de trabalho e resultado do teste de Emissões Otoacústicas Evocadas Transientes e por Produto de Distorção. Foi verificado se estas são relacionadas ao déficit auditivo detectado por meio da audiometria.

Para fins de categorizar as variáveis, utilizaram-se alguns critérios na dicotomização (ponto de corte) destas, mais especificamente a idade, tempo de atuação profissional, ruído dos instrumentos e carga horária semanal de trabalho (Tabela 2).

Tabela 2 – Critérios para dicotomização das variáveis

<b>VARIÁVEL DE ESTUDO</b>	<b>CRITÉRIO DE DICOTOMIZAÇÃO</b>
Idade do paciente	45 anos
Tempo de atuação profissional	10 anos
Ruído dos instrumentos	85 dB
Carga horária de trabalho com ruído	40 horas

A idade é um dado de suma importância, e devido ao risco de confusão com a presbiacusia, um dos critérios de exclusão utilizado foi a idade de 55 anos, a fim de evitar possíveis vieses. Katz (1989) cita que a afecção nas células ciliadas externas pode revelar seus primeiros sintomas a partir dos 45 anos, dependendo da susceptibilidade individual de cada indivíduo. Além disso, indivíduos com cerca de 45 anos de idade provavelmente apresentam maior tempo de contato com o ruído. Por isso, na tabulação dos dados referentes à idade para a aplicação da Regressão Logística esta foi dividida em 0, que corresponde a até 44 anos de idade, e 1, entre 45 e 54 anos de idade.

O tempo de atuação profissional também é intrinsecamente ligado à lesão das células ciliadas externas, e consequente rebaixamento auditivo. Outro critério de exclusão para a pesquisa é a atuação profissional há menos de 3 anos, corroborando os estudos de Katz (1999), o qual refere que alterações iniciais da PAIR podem ser visíveis à audiometria a partir de 3 anos de exposição, dependendo da carga horária diária de contato com ruídos intensos. Porém como outros autores citam tempos iniciais diferentes e maiores para o início da lesão, como Morata e Fernandes (2002), que citam que a PAIR pode se desenvolver gradualmente num período de 6 a 10 anos de exposição, e Hungria (2005), que refere que após os 10 anos de exposição os sintomas da PAIR são estabelecidos, resolveu-se classificar, na tabulação dos dados, o tempo de exposição em 0 – menor de 10 anos e 1 - maior ou igual a 10 anos de exposição.

No que diz respeito ao ruído dos instrumentos, utilizou-se o ponto de corte acima e abaixo de 85 dB, uma vez que, segundo a Legislação Brasileira (Portaria 3.214/78), este valor é o mínimo capaz de provocar uma perda auditiva em indivíduos expostos a cerca de 8 horas diárias. Já no que diz respeito à carga horária de trabalho com o ruído, preferiu-se categorizar acima e abaixo de 40 horas diárias, visto que um profissional que trabalha por 8 horas diárias durante uma semana com ruídos acima de 85 dB tem exposição por 40 horas ao final dos 5 dias úteis de trabalho.

### 3.6 INSTRUMENTOS E TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS

Para obtenção dos dados da pesquisa, foi necessário o pesquisador ir às USF's do Município de João Pessoa – PB, e realizar uma entrevista com os dentistas. Antes desse procedimento, os colaboradores preencheram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A).

A pesquisa utilizou-se de instrumentos como o Formulário de Anamnese Auditiva (Apêndice B), com perguntas fechadas e de múltipla escolha, com as questões feitas sempre na mesma sequência e com as mesmas palavras. Tal procedimento é útil na investigação social, na coleta de dados ou para ajudar no diagnóstico ou no tratamento de um problema social; tem como objetivo principal a obtenção de informações do entrevistado, sobre determinado assunto ou problema (MEDRONHO; BLOCH, 2008). Este formulário investigou principalmente aspectos relacionados aos fatores de risco para a perda auditiva e a sintomatologia desta.

Além dessa técnica, foi realizada também a medição do ruído dos instrumentos (como, por exemplo, o compressor, a turbina de alta rotação, amalgamador, dentre outros) e análise do ambiente de trabalho dos profissionais das USF's (Apêndice C).

A aferição da intensidade do ruído emitido foi feita com cada instrumento isolado e com todos ligados em conjunto, esta última medição no local em que o cirurgião-dentista geralmente efetivava suas atividades diárias, por meio do Decibélímetro Digital modelo DEC/490, já demonstrado anteriormente. Apenas a medida do compressor, quando este estava localizado externamente à sala de atendimento, foi aferida dentro da sala de atendimento do cirurgião-dentista, para ter uma real noção do ruído que chega a esta.

O decibélímetro é o instrumento de medida da pressão acústica ou nível sonoro. Possui um microfone, sensível às pequenas variações de pressão do ar, ocasionadas pela vibração das suas moléculas quando há propagação do som. Essa variação de pressão permite a vibração de uma película de ferro doce (ou outro material ferromagnético) submetida a um campo magnético. A vibração torna o campo magnético sobre a película variável, fazendo surgir pequenos sinais elétricos. Esses sinais passam por amplificadores e posteriormente são comparados com os níveis pré-determinados de sinais, que levarão à escala de decibels (dB). Vale ressaltar que essa correspondência não é linear, pois os decibels são medidos em escala logarítmica (DANTE, 2010). Em geral, níveis acima de 85 dB são prejudiciais à audição humana, porém há variações em decorrência do tempo de exposição.

Foi também medida a distância do compressor ao local em que o profissional atua, em metros, uma vez que, quanto mais próximos estiverem os dois, maior é o índice de ruído captado pela orelha humana. Esta medição realizou-se com a ajuda de uma trena, levando-se em consideração também os obstáculos, como paredes, por exemplo.

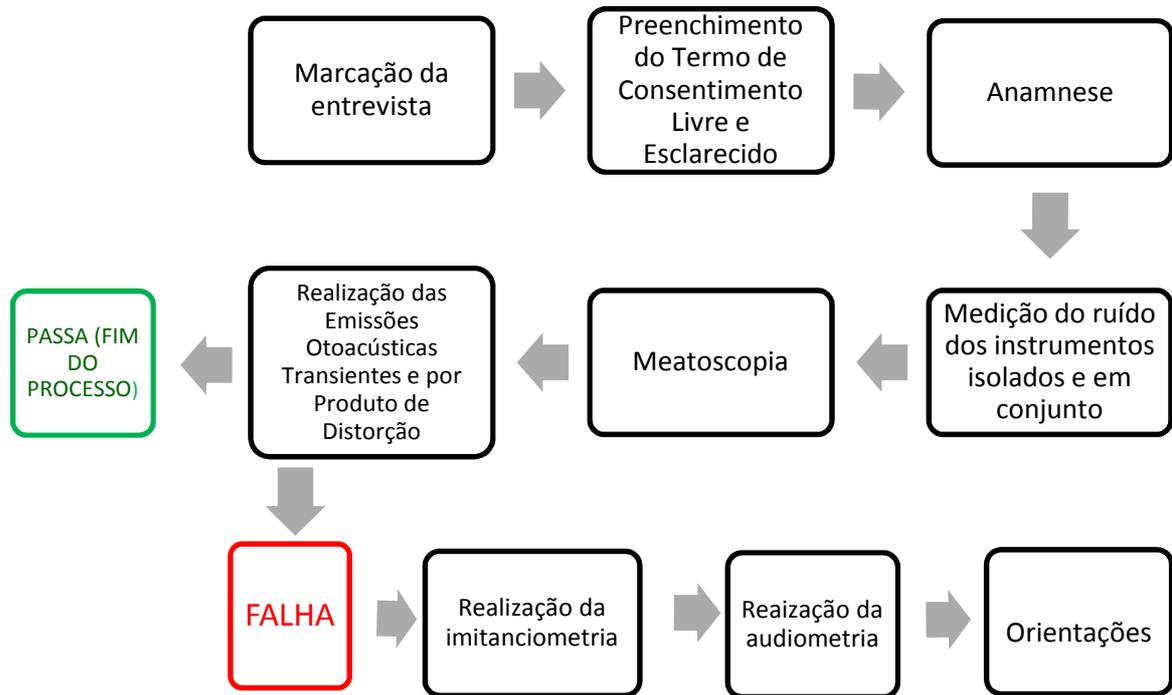
Inicialmente, os cirurgiões-dentistas foram submetidos à meatoscopia, com o otoscópio Mikatos, para verificação de presença de rolha de cera, copos estranhos, etc. Na ausência desses impedimentos, realizou-se o exame de Emissões Otoacústicas Transientes e Evocadas por Produto de Distorção (com o equipamento AccuScreen, de marca Madsen). Este exame é realizado por meio de um equipamento portátil, como já demonstrado anteriormente, que verifica a integridade das respostas das células ciliadas externas da cóclea, fornecendo, assim, uma estimativa da audição sensorial que o indivíduo possui.

As Emissões Otoacústicas Evocadas Transientes (EOAT) são geralmente evocadas por estímulo acústico breve e que abrange ampla gama de frequências (clique), o que permite a estimulação da cóclea como um todo, ou seja, não demonstra resposta por frequência, porém constitui um teste “passa-falha”, diferenciando indivíduos com audição alterada ou preservada. Já as Emissões Otoacústicas Evocadas por Produto de Distorção são emissões evocadas por dois tons puros de diferentes frequências, apresentados simultaneamente, que apresenta como vantagem ser mais específica por frequência, todavia está presente em indivíduos com audição normal e perdas leves, podendo, assim, ser encontrada em pessoas com certa alteração auditiva (MUSIEK; RINTELMANN, 2001). Os resultados encontrados foram inseridos em um protocolo que contém dados específicos na coleta do exame (Apêndice C).

Nos casos de falha nas Emissões Otoacústicas Transientes, os pacientes foram submetidos à audiometria tonal e à timpanometria. A audiometria tonal é um exame com a finalidade de verificar o limiar auditivo em cada uma das frequências avaliadas, e permite identificar o grau e tipo da perda auditiva. Já a timpanometria é um exame fácil e de rápida aplicação, com o intuito principal de verificar a curva timpânica, analisando assim a integridade e funcionamento da orelha média. Os dados colhidos na audiometria e timpanometria foram anotados em gráficos específicos (Apêndice D) e posteriormente tabulados.

Para facilitar a compreensão dos procedimentos realizados produziu-se um fluxograma (Gráfico 4) demonstrando todos os passos desempenhados pela pesquisa.

Gráfico 4–Fluxograma dos procedimentos realizados na pesquisa, João Pessoa/PB, 2012.



Após a realização dos procedimentos citados, os cirurgiões-dentistas que obtiveram algum tipo de rebaixamento auditivo nos resultados foram orientados a procurar um médico otorrinolaringologista e realizar avaliações auditivas periódicas para monitoramento, como também sobre as formas de evitar progressão do déficit.

### 3.7 ANÁLISE DOS DADOS

Inicialmente, os dados foram tabulados na planilha eletrônica do Microsoft Office Excel 2007 e posteriormente transferidos para o *software* R versão 2.14.1. Primeiramente foi feita uma análise descritiva, mediante frequências absolutas e relativas para as variáveis categóricas, visando obter o perfil otológico dos cirurgiões-dentistas das USF's de João Pessoa/PB.

Posteriormente, foi aplicada a técnica de Regressão Logística a fim de identificar as variáveis relevantes ao modelo para possibilitar o Processo de Tomada de Decisão.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para fins de facilitar a compreensão dos resultados apresentados, estes se dividirão inicialmente na análise descritiva, com a caracterização do perfil auditivo dos cirurgiões-dentistas que atuam nas USF's do município de João Pessoa/PB, e, posteriormente, na análise por meio da Regressão Logística, com definição das variáveis relevantes e modelo para a Tomada de Decisão.

### 4.1 ANÁLISE DESCRITIVA

A amostra constou de 65 cirurgiões-dentistas de ambos os sexos, divididos entre os 5 Distritos Sanitários existentes na cidade de João Pessoa/PB. Buscou-se aproximar ao máximo do número calculado da amostra ( $n=67$ ).

As características mais importantes que demonstram o perfil e os resultados encontrados na pesquisa são: idade, tempo de atuação profissional, carga horária semanal, atividades extralaborais que envolvem ruído, antecedentes familiares com perda auditiva, autopercepção do ruído, uso do Equipamento de Proteção Individual (EPI), sensação de diminuição auditiva, sintomas otológicos, nível de ruído ambiental, resultado dos exames de Emissões Otoacústicas Transientes e por Produto de Distorção e caracterização da perda auditiva.

A faixa etária mais encontrada entre os entrevistados é entre 51 e 55 anos (32,31%), conforme visto na tabela 3, o que provavelmente indica maior tempo de exposição ao ruído, não somente no ambiente de trabalho, mas também em sua vida diária. Costa e Kitamura (1995) descrevem que não existe uma determinada idade ou sexo para um indivíduo ser acometido pela PAIR, sendo suficiente ter exposição a níveis elevados sem utilização de medidas preventivas.

Tabela 3 – Distribuição dos cirurgiões-dentistas das USF's João Pessoa-PB quanto à faixa etária, João Pessoa/PB, 2012

FAIXA ETÁRIA	FREQUENCIA	
	n	%
24 - 30	9	13,85
31- 40	19	29,23
41 - 50	16	24,61
51- 55	21	32,31
TOTAL	65	100

A presbiacusia acomete pacientes acima de 60 anos de idade (QUIMERO; MAROTTA; MARONE, 2002), porém Katz (1989) refere que os primeiros sintomas dessa afecção nas células ciliadas externas pode revelar seus primeiros sintomas a partir dos 45 anos, dependendo da susceptibilidade individual de cada indivíduo, então deve-se verificar a história clínica de cada um para o diagnóstico diferencial entre presbiacusia e PAIR, sendo que as patologias podem existir concomitantemente uma à outra. Assim, de acordo com os resultados descritos e na literatura existente, podem surgir traçados característicos da perda auditiva decorrente da idade nos pacientes com PAIR em idade elevada, sendo, nesses pacientes, uma patologia influenciada pela outra, já que provavelmente pacientes mais idosos apresentam mais tempo de exposição ao ruído.

Conforme observado na tabela 4, o tempo de atuação profissional mais predominante entre os entrevistados é de 16 a 25 anos, o que, com exposição a ruídos intensos por tempo prolongado, segundo Hungria (2005), já pode levar a uma PAIR, correspondendo esta faixa etária valor a 43,08% do total de entrevistados.

Tabela 4 – Tempo de atuação profissional, em anos, dos cirurgiões-dentistas das USF's de João Pessoa/PB, João Pessoa/PB, 2012

TEMPO (ANOS)	FREQUÊNCIA	
	n	%
3 - 5	4	6,15
6 - 10	10	15,38
11 - 20	30	46,15
21 - 30	17	26,15
31 - 40	4	6,15
TOTAL	65	100

A perda auditiva induzida por ruído é uma doença cumulativa e insidiosa, que evolui com o tempo de exposição, associada ao ambiente de trabalho (OLIVEIRA *et al.*, 1994).

Com o passar do tempo de exposição ao ruído, ocorre uma exaustão dos sistemas de defesa e acomodação e o organismo humano tende a entrar em colapso e descompensar; nesse momento, surgem as alterações mais evidenciadas na clínica como sinais e sintomas auditivos e extra-auditivos mais intensos e persistentes da PAIR (SALIBA, 2001). Por este motivo, torna-se importante investigar o tempo de contato dos cirurgiões-dentistas com o ruído em seu ambiente de trabalho e fora dele.

A perda auditiva induzida por ruído pode se desenvolver gradualmente num período de 6 a 10 anos de exposição; os danos mais precoces da orelha interna refletem uma perda nas altas frequências audiométricas (MORATA; FERNANDES, 2002). Já Katz (1999) refere que alterações iniciais da PAIR podem ser visíveis à audiometria a partir de 3 anos de exposição, dependendo da carga horária diária de contato com ruídos intensos. Logo, verifica-se que a grande maioria (87,98%) dos dentistas estudados apresenta mais de 6 anos de exposição ao ruído, ou seja, estão susceptíveis à PAIR, segundo os estudos citados.

Sheldon e Soko (1984, *apud* Lopes e Genovese (1991)) encontraram alterações em 3000, 4000 e 6000 Hz bem maiores em dentistas que possuíam mais de 30 anos de prática que nos com cerca de cinco anos, contribuindo para a teoria de que quanto maior a exposição ao ruído, maiores os danos às células ciliadas externas. Como a maioria dos dentistas pesquisados possui de 11 a 30 anos de atuação profissional, podem-se encontrar traçados audiométricos diferenciados e diferentes tipos de resultados de emissões otoacústicas nos resultados.

Com base na tabela 5, verifica-se que todos (100%) os cirurgiões-dentistas apresentam carga horária de trabalho igual ou acima de 40 horas semanais.

Tabela 5 – Carga horária semanal, em horas, exercida pelos cirurgiões-dentistas das USF's, João Pessoa/PB, 2012

CARGA HORÁRIA SEMANAL	FREQUÊNCIA	
	n	%
Até 39h	0	0
40 h	48	73,85
41 – 60 h	14	21,54
60 –	3	4,61
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>100</b>

A Perda Auditiva Induzida por Ruído pode ser consequência de níveis de ruído que excedam uma média de 85 dB, oito horas por dia, sucessivamente, por vários anos. Após poucos anos de contato diário com o estímulo sonoro elevado, a perda auditiva inicia na frequência de 4000 Hz e atinge uma faixa de 3000 a 6000 Hz (OLIVEIRA *et al.*, 1994). Como as Unidades de Saúde da Família apresentam funcionamento de segunda a sexta-feira, não havendo atuação aos sábados, verifica-se que os indivíduos entrevistados são expostos ao ruído por 8 ou mais horas diárias. Sendo assim susceptíveis à PAIR.

Um indivíduo exposto a ruídos de 85 dB, segundo a Legislação Brasileira (Portaria 3.214/78), exposto por 8h diárias, pode adquirir a PAIR. Já ruídos de 90 dB podem causar perda auditiva com apenas 4 h de exposição. Esses dados comprovam a precisão do controle de ruído interno e externo à sala de atendimento odontológico, além da necessidade de manutenção dos instrumentos utilizados pelos dentistas para fins de reduzir a intensidade do ruído.

Exposições a índices elevados de ruído por tempo prolongado não afetam apenas a audição. Brusis *et al.* (2011), em uma pesquisa realizada na Alemanha, detectaram aumento da pressão arterial e reações neurovegetativas exacerbadas em dentistas expostos ao ruído após 8 horas seguidas de trabalho.

A tabela 6, a seguir, demonstra dados acerca das atividades extralaborais que envolvem o ruído, antecedentes familiares em relação aos aspectos otológicos, consciência sobre a nocividade do ruído e do uso do EPI pelos entrevistados.

Tabela 6 – Aspectos complementares relacionados ao perfil auditivo dos cirurgiões-dentistas das USF's, João Pessoa/PB, 2012

VARIÁVEIS semana	FREQUÊNCIA			
	SIM		NÃO	
	n	%	n	%
<b>Atividades extralaborais</b>	10	15,38	55	84,62
<b>Antecedentes Otológicos familiares</b>	14	21,54	51	78,46
<b>Consciência sobre a nocividade do ruído</b>	39	60,00	26	40,00
<b>Uso do EPI</b>	1	1,54	64	98,46

Observa-se que a maior parte dos cirurgiões-dentistas entrevistados (n=55 = 84,62%) não realiza atividades extralaborais que envolvem ruído, ao passo que 10 destes profissionais (15,38%) as realizam. As atividades mais citadas foram: canto na igreja, com 7,70% (n=5)

das respostas e aulas aeróbicas, com 4,61% (n=3), ambas atividades realizadas por mais de 2 horas diárias e mais de 3 dias semanais.

É importante, em uma anamnese detalhada, investigar se os indivíduos expostos ao ruído no ambiente de trabalho realizam outras atividades que envolvem este agente agressor, uma vez que essas atividades secundárias são as mais facilmente abandonadas no caso de haver alguma agressão à audição (BESS; HUMES, 1998). Algumas vezes pode ocorrer piora dos limiares auditivos e uma maior lesão das células ciliadas quando os pacientes apresentam hábitos externos ruidosos, uma vez que a exposição continuada torna-se maior (ARNST, 1989). Dessa forma, vê-se a importância da pesquisa acerca dos hábitos extralaborais que envolvem ruído nos indivíduos entrevistados, tendo, assim, uma visão holística dos cirurgiões-dentistas em questão.

Acerca dos antecedentes familiares em relação aos aspectos otológicos dos cirurgiões-dentistas, verifica-se que a minoria dos entrevistados (n= 14 = 21,54%,) possui algum parente próximo com alterações otológicas hereditárias importantes. Destas, a mais citada foi a otosclerose, com 6,15% dos casos. A otosclerose é uma patologia hereditária na orelha média que gera ossificações na cadeia óssea. Dessa forma, devido a esta citação à otosclerose, foi necessária uma maior atenção na realização dos exames auditivos, a fim de não haver um falso diagnóstico de PAIR. É importante salientar que a maioria dos entrevistados (12,31%) não soube relatar qual alteração otológica havia na família, sabendo apenas haver casos de perda auditiva com parentes próximos.

É de suma importância conhecer os casos de surdez e/ou deficiência auditiva na família do paciente, uma vez que há várias alterações importantes de caráter hereditário que podem levar a alterações na audição, como, por exemplo, a otosclerose, doença de Menière e algumas síndromes genéticas que causam perdas auditivas (CORLIN; TORIELLO; COHEN, 1995). Como 21,5% dos entrevistados relataram ter casos de perdas auditivas na família, foi necessária mais cautela nos exames e testes realizados nestes, visando a um diagnóstico diferencial mais adequado.

Calcula-se que 80% dos indivíduos com perdas auditivas sensorineurais sofreram de déficit auditivo congênito ou adquirido precocemente e em 30% dos casos existe um forte componente hereditário – desta forma surge a importância de questionar o paciente sobre casos de surdez em pessoas da família. A causa da perda auditiva nem sempre é óbvia e permanece obscura em cerca de 40% dos casos (LAMAR, 1999).

Com relação à opinião dos entrevistados sobre os prejuízos (nocividade) causados pelo ruído emitido pelos instrumentos de trabalho (turbina de alta rotação, compressor, dentre

outros) na audição, os resultados demonstram que 39 dos 65 (60%) cirurgiões-dentistas consideraram o ruído prejudicial à saúde auditiva, enquanto 40% não constataram esse prejuízo.

Em relação a este aspecto, torna-se importante salientar que os estudos sobre os geradores de ruído nos consultórios dentários iniciaram-se em 1950, com a análise dos instrumentos utilizados, em especial as turbinas de alta rotação (DJERASSI, 1950). Já neste momento, foi observado o alto nível de ruído emitido (aproximadamente 100 dB) e em alta frequência (acima de 6.000 Hz). Lopes e Genovese (1991) descrevem que as turbinas de alta rotação podem emitir sons de intensidade acima de 90 dB, dependendo do modelo, da idade e conservação, da distância do ouvido do operador e da consistência do material que a broca estiver cortando. Desta forma, conclui-se que o ruído pode trazer graves prejuízos à audição de quem é exposto ao mesmo, porém muitos indivíduos não percebem este fato, o que os impede de buscar alternativas e formas de proteção contra este agente físico.

Uma forma que os próprios cirurgiões-dentistas poderiam utilizar para evitar uma possível perda auditiva seria o uso do EPI (Equipamento de Proteção Individual). A Tabela 6 mostra o uso deste equipamento pelos cirurgiões-dentistas. Verifica-se que apenas 1 dos 65 entrevistados (1,54%) utiliza o protetor auricular nas suas atividades laborais diárias, o que demonstra falta de conhecimento sobre os prejuízos do ruído ou os benefícios do EPI. Ao se perguntar o motivo pelo qual os indivíduos não faziam uso do equipamento, a maioria referiu a falta de acesso e, por não saber onde adquiri-los, não ocorria a procura.

Ainda sobre o EPI, verifica-se que o conhecimento/uso deste pelos cirurgiões-dentistas difere substancialmente da utilização feita por trabalhadores de metalúrgica, por exemplo. Estudos de Araújo (2002) referem o uso deste equipamento por 84% dos indivíduos avaliados, uma vez que estes são incentivados e recebem o equipamento em seu local de trabalho. Por sua vez, a porcentagem de perda entre estes trabalhadores foi de cerca de 22%. Caldart *et al.* (2006) também encontraram resultados semelhantes em seu estudo com trabalhadores de indústria têxtil, com uso do EPI por 91% da amostra e perda auditiva em 21%.

O protetor auricular, juntamente com o uso de material fonoabsorvente para promover o isolamento acústico e realização de manutenção técnica periódica dos instrumentos rotatórios são citados por Saquy *et al.* (1994) como formas de minimizar o ruído no consultório odontológico. De acordo com este autor, os acadêmicos de odontologia, bem como os cirurgiões dentistas devem tomar tais medidas uma vez que, o uso simultâneo de várias turbinas, como ocorre nas clínicas universitárias, aumenta a intensidade total dos

ruídos, exacerbando o limite que o ouvido humano é capaz de suportar, e podendo gerar vários sintomas otológicos além das perdas auditivas (SAQUY *et al.*, 1994).

Os sintomas otológicos relatados pelos cirurgiões-dentistas estão demonstrados na tabela 7. É importante frisar que, como os profissionais tinham a opção de indicar mais de um sintoma, os valores totalizam mais de 100% em valores relativos.

Tabela 7 – Sintomas otológicos e extra otológicos relatados pelos cirurgiões-dentistas das USF's, João Pessoa/PB, 2012

SINTOMA	FREQUÊNCIA	
	n	%
Tontura	21	32,31
Déficit de atenção	9	13,85
Alterações no sono	11	16,92
Alterações no humor	14	21,54
Cefaleia constante	39	60
Cansaço freqüente	33	50,77
Distúrbios digestivos	13	20
Zumbido	33	50,77
Diminuição auditiva	36	55,38

A portaria do INSS (DECRETO Nº 5.296/04, ART. 5º, §1º, I, "B", C/C DECRETO Nº 5.298/99, ART. 4º, II) sobre perda auditiva induzida pelo ruído, seção 3, descreve que existem sintomas associados à perda auditiva como zumbidos, distúrbios do equilíbrio, distúrbios de comportamento, e alterações somáticas e viscerais. Dependendo da intensidade destes sintomas, pode haver até mesmo a indicação de aposentadoria por invalidez.

Os dados demonstrados na tabela 7 corroboram com os estudos de Nudelmann e Seligman (2009), que afirmam que, apesar de alguns autores não considerarem seguros os dados referentes às alterações não-auditivas causadas pela exposição ao ruído, existem pesquisas que foram realizados nos últimos 20 anos, comprovando a existência de transtornos causados pelo indivíduo que vive exposto a ele. Estes autores citam, dentre os sintomas associados às perdas auditivas, os transtornos na habilidade de executar atividades, transtornos neurológicos, vestibulares, digestivos, comportamentais, dentre outros que foram referidos pelos entrevistados.

Um destaque especial merece o zumbido, que é um sintoma característico de perdas auditivas sensoriais (OLIVEIRA, 1998), e foi referido por 50,77% dos entrevistados. Costa e

Kitamura (1995) também citam o zumbido como sintoma característico da PAIR. Já Russo e Santos (2003) relatam ser o zumbido o primeiro sinal de que uma pessoa foi exposta a um estímulo sonoro forte, podendo ou não ser um sintoma de uma perda auditiva, e estando presente também em alterações cardiovasculares, vestibulares, dentre outras. Dias *et al.* (2006), pesquisando sobre a saúde auditiva de trabalhadores de diversos setores, dentre eles 10 odontólogos, encontraram resultados semelhantes aos desta pesquisa, quando verificaram a presença do zumbido em cerca de 48% dos trabalhadores entrevistados. Estes autores referem ainda a dificuldade no estudo do zumbido devido a vários fatores, dentre eles: a subjetividade do sintoma, inexistência de métodos de medição objetiva, a inexistência de modelos experimentais adequados e de que pode sofrer variações de acordo com o estado emocional ou físico do indivíduo. É ainda importante salientar que o zumbido pode ter outras etiologias, como por exemplo, doenças circulatórias ou pressão arterial elevada (LOPES; GENOVESE, 1991)

No que diz respeito à sensação de diminuição auditiva, pode-se verificar que este sintoma foi referido por 55,38% dos odontólogos entrevistados. Hungria (2005) cita que a sensação de déficit auditivo começa a surgir no 3º período de evolução da PAIR, geralmente após alguns anos de exposição ao ruído, quando o indivíduo refere dificuldade em escutar sons agudos como tique-taque do relógio ou as últimas palavras de uma conversação, principalmente em ambientes ruidosos. A dificuldade de ouvir em ambientes ruidosos é reforçada por Oliveira *et al.* (1994), como um dos principais sintomas de acometimento pela PAIR. Os portadores de PAIR (perda auditiva induzida pelo ruído) podem ter reduzida a capacidade de distinguir detalhes dos sons da fala em condições ambientais desfavoráveis, principalmente nos momentos de conversação em grupo ou para acompanhar um programa de televisão em meio ao ruído doméstico, pois apresenta a cóclea lesada, o que acarreta a inabilidade de distinguir frequências superpostas ou subsequentes, assim como os microintervalos de tempo (COSTA; KITAMURA, 1995).

Além dos sintomas otológicos, algumas queixas extra otológicas são citadas como características da PAIR (NUDELMANN E SELIGMAN, 2009). Destes, os mais referidos pelos cirurgiões-dentistas da presente pesquisa são a tontura (n=21; 32,31%), cefaleia constante (n=39; 60%) e o cansaço frequente (n=33 = 50,77%). Estudos realizados nos últimos 20 anos comprovam a existência de transtornos causados pelo indivíduo exposto ao ruído (SALIBA, 2001).

Tem-se tentado correlacionar uma série de achados ou queixas inespecíficas com a sintomatologia da exposição ao ruído. Na verdade, o somatório de manifestações que podem

ser atribuídas à exposição em ambiente ruidoso diz respeito também, e não exclusivamente, ao cansaço físico e mental decorrente do trabalho sob condição ruidosa. (NUDELMANN E SELIGMAN, 2009).

No que diz respeito ao ruído produzido no ambiente de trabalho dos cirurgiões-dentistas, observa-se na tabela 8 que os instrumentos mais ruidosos são a turbina de alta rotação (61,54%) e o compressor (55,39%), tendo ambas uma grande porcentagem emissora de ruído acima de 85dB. É importante salientar que os limites máximos permitidos para indivíduos que possuem uma jornada diária de 8 horas, como é o caso dos cirurgiões-dentistas estudados, são de 85dB, de acordo com a Legislação Brasileira (Portaria 3.214/78).

Tabela 8 – Nível de ruído do instrumental utilizado pelos cirurgiões-dentistas das USF's, João Pessoa/PB, 2012

INSTRUMENTO	FREQUÊNCIA			
	<85dB (n)		>85 dB	
	n	%	n	%
<b>Turbina de alta rotação</b>	25	38,46	40	61,54
<b>Turbina de baixa rotação</b>	56	86,15	9	13,85
<b>Amalgamador</b>	61	93,85	4	6,15
<b>Sugador</b>	63	96,92	2	3,08
<b>Compressor</b>	29	44,61	36	55,39
<b>Todos</b>	26	40	39	60

O cirurgião dentista, basicamente, está sujeito a dois tipos de ruídos: o ruído ambiental, constituído pelos ruídos externos ao seu ambiente de trabalho; e ruídos provenientes de seu próprio ambiente de trabalho, tais como as canetas odontológicas, compressor de ar (quando localizado no ambiente), sugador, amalgamador, condicionador de ar, entre outros (COMITÊ NACIONAL DE RUÍDO E CONSERVAÇÃO AUDITIVA, 2010). Por isso, é de suma importância investigar e controlar os níveis de ruído dos instrumentos utilizados por este profissional, evitando, assim, possíveis danos à audição.

Desde 1950, iniciaram-se os estudos acerca dos instrumentos produtores de ruído, e as turbinas de alta rotação foram consideradas as ferramentas mais influentes desde esta época, quando ruídos acima de 100dB foram observados (COSTA (1989, *apud* SAQUY (1996)). Estes dados confirmam os achados da pesquisa, nos quais a turbina de alta rotação apresentou os maiores valores dentre todos os instrumentos pesquisados.

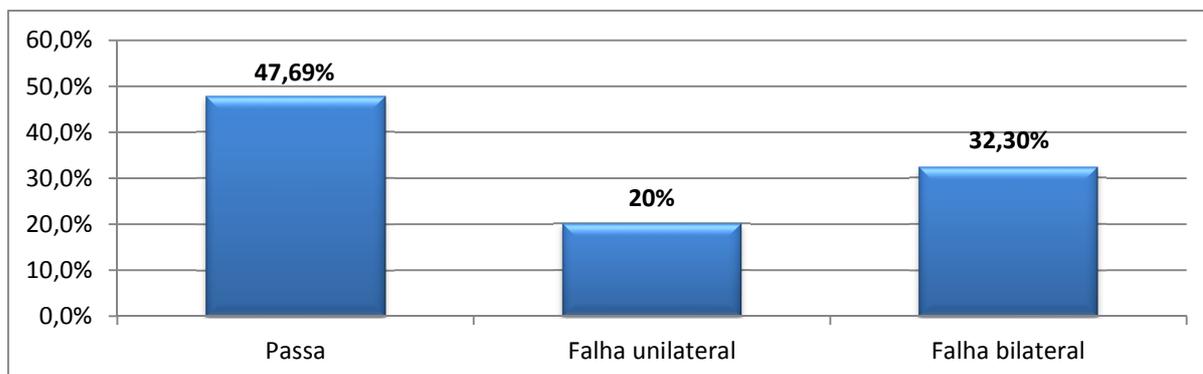
As turbinas modernas, se mantidas sob manutenção técnica periódica e adequadamente lubrificadas, apresentam um nível de ruído abaixo de 85dB, sendo incapazes de produzir a PAIR no cirurgião-dentista (SHINOHARA; MITSUDA, 1998). Um estudo realizado em Jundiaí/SP, não encontrou instrumentos com ruídos acima do permitido, inclusive nas turbinas de alta rotação (LOURENÇO *et al.*, 2011). Contudo, os resultados da presente pesquisa são semelhantes à afirmação de que as turbinas de alta rotação podem emitir sons de intensidade acima de 85dB, dependendo do modelo, da idade e conservação, da distância do ouvido do operador e da consistência do material que a broca estiver cortando (LOPES; GENOVESE, 1991).

Com relação ao compressor, sabe-se que este aparelho produz ruídos muito fortes, porém como ele deve ser mantido em um local externo e isolado (SAQUY *et al.*, 1994), não deveria trazer prejuízos aos cirurgiões-dentistas e outros profissionais das USF'S. Porém, o que se verificou foi que eles eram mantidos, na maioria das vezes, na parte externa à sala de atendimento, porém muito próximos à janela, sendo o ruído transmitido diretamente aos cirurgiões-dentistas. Mesmo que a maioria dos profissionais trabalhe com as portas e janelas fechadas ( $n = 56 = 86,15\%$ ), o ruído produzido pelos compressores é por vez tão intensa, que chega a incomodar a atuação profissional internamente à sala de atendimento, de acordo com alguns profissionais. A maioria dos compressores ( $n = 56 = 86,15\%$ ), segundo a medição realizada, encontra-se a menos de 5 m da sala de atendimento, sendo separados apenas por uma parede desta área. É importante salientar que o ruído emitido pelo compressor foi aferido dentro da sala de atendimento, nas condições em que o profissional atua.

Quando foi medido o ruído emitido por todos os instrumentos ligados em conjunto, observou-se que 60% ( $n=39$ ) das medições extrapolaram os limites máximos permitidos pela Legislação Brasileira (Portaria 3.214/78). Como esta medição foi realizada no local exato onde os cirurgiões-dentistas normalmente exercem suas funções, provavelmente o ruído do compressor teve um valor mais fidedigno, quando comparado à medição do instrumento isoladamente, na fonte de ruído, e sem considerar as paredes e janelas como bloqueadores de som. Corroborando com estes resultados, foram encontrados em um estudo semelhante ruídos de cerca de 86 dB em consultórios dentários, uma vez que, segundo os pesquisadores, não apenas os instrumentos emitiam ruídos, mas também havia outras fontes geradoras, tais quais: ar-condicionado barulhento, televisão em volume forte, dentre outros. (CHEN *et al.*, 2009). Na presente pesquisa, não foram observadas fontes de ruído relevantes a não serem os instrumentos referidos.

De acordo com os dados demonstrados no gráfico 5, observa-se que 31 cirurgiões-dentistas (47,69%) “passaram” no exame de emissões otoacústicas transientes. Já 13 (20%) apresentaram falha unilateral e 21 (32,31%) falha bilateral.

Gráfico 5– Resultado do exame de emissões otoacústicas evocadas transientes, João Pessoa/PB, 2012



Tendo em vista as considerações supracitadas percebe-se que a maioria dos odontólogos (52,30%) exibiu “falha” no exame de emissões otoacústicas transientes. Dentre os 34 entrevistados, 13 (20%) apresentaram falha unilateral o que pode ser sugestivo de comprometimento de orelha externa e/ou média. Russo e Santos (2003) explicitam que as emissões otoacústicas não estão relacionadas a apenas integridades de células ciliadas externas, mas também ao sistema de condução da orelha externa e média. Portanto a “falha unilateral” do referido exame pode, segundo estas autoras, não estar relacionada à lesão das células ciliadas externas, mas ser proveniente de problemas de captação das Emissões Otoacústicas. Porém, alguns estudos, como os de Szymánska (2000) e Oliveira *et al.* (2004), citam que, em alguns grupos de trabalhadores, especialmente aqueles que trabalham com a fonte geradora de ruído preferencialmente de um lado, pode ocorrer PAIR unilateral. Estes autores encontraram déficits auditivos na orelha esquerda de dentistas nas frequências de 3000 e 4000, provavelmente associadas à proximidade com o ruído-fonte, sugerindo assim uma relação de causa e efeito entre a perda auditiva e o uso de peça-de-mão de alta velocidade por estes profissionais (Szymánska, 2000).

Já os 21 dentistas (32,30%) da amostra apresentaram falha bilateral, o que pode estar relacionada à lesão de células ciliadas externas, uma vez que a exposição a ruído produzido pelos instrumentos de trabalho possibilita a instalação de uma perda auditiva neurosensorial e bilateral (RUSSO; SANTOS, 2003).

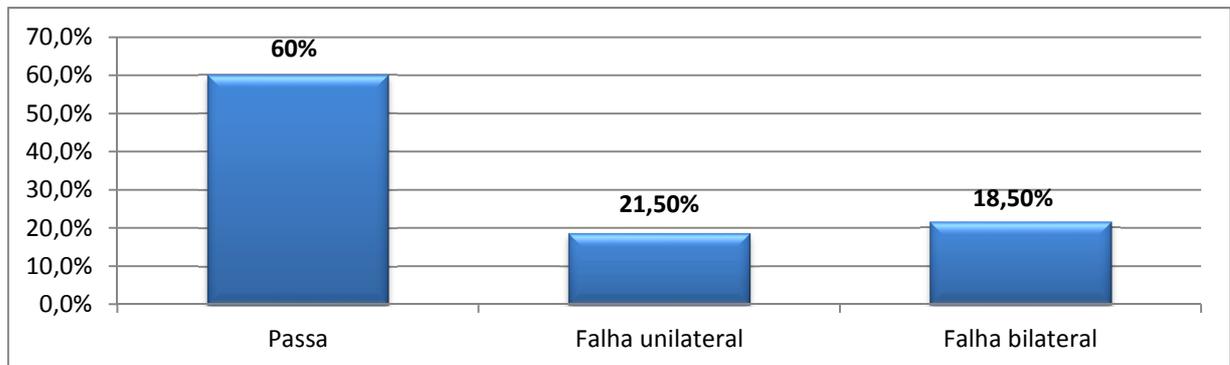
Os dados do Gráfico 5 mostram que 47,69% da população estudada “passou” no exame de emissões otoacústicas transientes, o que sugere que os limiares auditivos estão

dentro da normalidade. Coube e Costa filho (1998) referem que as emissões otoacústicas transientes podem ser detectadas em aproximadamente todos os indivíduos com audição normal, ou que apresentem limiares de no máximo 30dB.

É importante salientar que todos os cirurgiões-dentistas foram submetidos à otoscopia anteriormente à realização do exame de Emissões Otoacústicas, sendo excluídos da amostra os que apresentaram algum impedimento na orelha média.

No gráfico 6, é evidenciado que 39 (60%) dos cirurgiões-dentistas pesquisados “passaram” no exame de emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção, 12 (18,50%) apresentaram falha unilateral e 14 (21,50%) falha bilateral.

Gráfico 6 – Resultado do exame de emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção, João Pessoa/PB, 2012



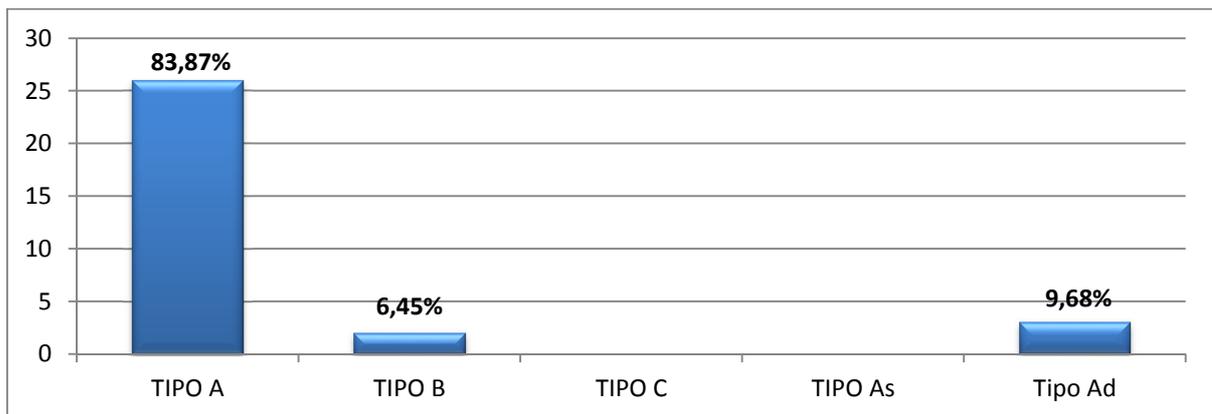
Tendo em vista que a maioria dos pesquisados “passou” no exame, subte-se que os mesmos apresentem limiar auditivo normal ou uma perda auditiva leve ou moderada. De acordo com Hungria (2000) os produtos de distorção estão presentes em praticamente 100% dos indivíduos normais e em alguns casos em indivíduos com perda auditiva de até 45dB. Norton e Stoven (1999) asseveram que os produtos de distorção estão ausentes em orelhas com perda auditiva maior que 50 a 60dB. Já de acordo com Munhoz *et al.*, (2000) é impossível prever o grau da perda auditiva pelas otoemissões acústicas, porém estes mesmos estudos fisiológicos de saturação do mecanismo de amplificação mostram que é plausível uma certa correlação entre o grau de perda auditiva e a presença ou ausência de EOAPD.

Baseado na correlação apontada por Munhoz *et al* (2000), presume-se que a presença de EOAPD é sugestiva de audição normal ou perda auditiva de grau leve. Já a ausência de EOAPD é sugestiva de perda auditiva de graus variados (moderado, severo, profundo). Portanto, os cirurgiões dentistas que falharam no exame devem complementar a avaliação audiológica, para que haja o diagnóstico e intervenção adequada.

Como o exame de Emissões Otoacústicas Transientes sugere audição coclear dentro dos padrões da normalidade, e as Emissões Otoacústicas por Produto de Distorção podem ser encontradas em indivíduos com perda auditiva de grau leve a moderado, decidiu-se realizar a imitanciometria e audiometria tonal em todos os indivíduos que apresentaram falha neste primeiro exame, totalizando 34 cirurgiões-dentistas. Porém, deste total, foram perdidos 3 colaboradores na pesquisa, totalizando uma sub-amostra de número 31. Esta perda ocorreu devido à dificuldade que os odontólogos tiveram de locomoção até a FUNAD, onde seriam realizados os exames.

No gráfico 7, observa-se que 83,87% da amostra (26 indivíduos) apresentou curva timpanométrica tipo “A”; 9,68% (n=3) tipo “Ad” e 6,45 % (n=2) tipo “B”. É importante ressaltar que os tipos de curvas timpanométricas “C” e “As” não foram encontrados na amostra estudada.

Gráfico 7– Resultado das curvas timpanométricas dos cirurgiões-dentistas das Unidades de Saúde da Família, João Pessoa/PB, 2012



Munhoz *et al.* (2000) explanam que a timpanometria consiste na medida da pressão da orelha média, determinada pela mobilidade de membrana timpânica como uma função de incrementos pressóricos positivos e negativos no conduto auditivo externo. Durante esta variação pressórica, é introduzido um tom puro de 220 Hz na orelha e a quantidade de som refletido pela membrana timpânica é então aferida. A partir desta medida, têm-se os diferentes tipos de curvas timpanométricas.

A curva timpanométrica que teve destaque na pesquisa foi do tipo “A”. De acordo com Santos e Russo (2003), este tipo de curva mostra um pico de máxima admitância ao redor da pressão de ar de 0 daPa, cuja variação não exceda a -100daPa e são encontrados em

indivíduos com função de orelha média normal. Portanto, a maioria (83,87%) dos participantes da pesquisa apresenta função normal de orelha média.

Na timpanometria dos participantes da pesquisa também foi encontrado as curvas tipo “Ad” e “B”. Munhoz *et al.*(2000) explicitam que a curva tipo “Ad” está presente em sistema tímpano-ossicular hipermóvel ou em caso de membrana timpânica flácida, e pode ser encontrado em indivíduos com função de orelha média normal. Já o tipo “B” acontece na existência de líquido na orelha média. Portanto esse último tipo de curva pode comprometer a captação das emissões otoacústicas, o que pode caracterizar uma “falha” no exame sem no entanto o paciente possuir células ciliadas externas com função alterada. Em virtude disso, percebe-se a importância da realização de vários exames audiológicos, uma vez que cada exame avalia uma região do sistema auditivo permitindo assim o diagnóstico diferencial.

A tabela 9, a seguir, mostra a classificação dos achados quanto ao rebaixamento auditivo encontrada nos pacientes, segundo a divisão proposta por Hungria (2005).

Tabela 9 – Presença de perda auditiva nos cirurgiões-dentistas das USF's de João Pessoa/ PB, João Pessoa/PB, 2012

PERDA AUDITIVA	FREQUÊNCIA			
	UNILATERAL		BILATERAL	
	n	%	n	%
<b>Grau I</b>	4	12,90	5	16,13
<b>Grau II</b>	6	19,35	10	32,26
<b>Grau III</b>	2	6,45	1	3,23

Dos 31 cirurgiões-dentistas avaliados, em 28 foi detectado algum rebaixamento auditivo, o que corresponde a 43,07% do total da amostra (IC 95% = 0,31: 0,55).

Observa-se que o Grau da PAIR, de acordo com a classificação proposta por Hungria (2005), na maioria dos casos, é o II bilateral, ou seja, perda auditiva maior que 30 dB em 4000 Hz, e já acometendo as frequências vizinhas (HUNGRIA, 2005). Como as frequências mais agudas são as responsáveis pela discriminação da fala, os indivíduos acometidos podem ter sintomas referentes à dificuldade de compreensão, principalmente em ambientes ruidosos, com o acometimento destas frequências. Uma porcentagem significativa também apresenta classificação grau II, porém de forma unilateral. Sabe-se que, embora a lesão auditiva induzida pelo ruído pareça ser bilateral e simétrica, são usuais diferenças entre os ouvidos; e, sobre determinadas condições de exposição, a alteração é unilateral (RUSSO; SANTOS, 2003).

Uma quantidade menor dos cirurgiões-dentistas encontra-se nos estágios iniciais da perda, com acometimento apenas da frequência de 4000 Hz em cerca de 30-35 dB, e valores correspondentes a 12,9% na forma unilateral e 16,13% bilateral. E a minoria da população em estudo (6,45% com perda unilateral e 3,22% com acometimento bilateral) apresenta PAIR Grau III, com um acometimento mais severo da audição, no qual a frequência de 1000 Hz já é atingida, e com as frequências de 4000, 6000 e 8000 Hz gravemente afetadas.

Uma vez que a idade constitui-se uma variável de extrema valia para o entendimento da perda auditiva nos cirurgiões-dentistas, decidiu-se construir uma tabela buscando verificar as relações entre estes dois aspectos (Tabela 10).

Tabela 10 – Distribuição da perda auditiva encontrada nos cirurgiões-dentistas por idade, João Pessoa/PB, 2012

FAIXA ETÁRIA	PAIR			
	SIM		NÃO	
	n	%	n	%
24 – 45	14	45,16	20	58,82
46 – 55	17	54,84	14	41,18
<b>TOTAL</b>	31	100	34	100

Observa-se, com os resultados demonstrados, que não existe predomínio de PAIR de acordo com a faixa etária dos entrevistados, esta ocorrendo em 45,16% (n=14) dos indivíduos entre 24 e 45 anos e em 54,84% (n=17) dos cirurgiões-dentistas entre 46 e 55 anos.

Apesar de o maior número de indivíduos com PAIR ter idade superior a 45 anos, verifica-se que a diferença observada não é muito relevante, ao se realizar a comparação entre as duas faixas etárias. Além disto, quanto maior a idade do indivíduo, maior seu contato com o ruído, o que pode indicar maior perda auditiva.

Estes dados demonstram a importância da triagem auditiva universal em indivíduos expostos ao ruído ocupacional, especialmente os cirurgiões-dentistas, uma vez que a detecção precoce em estágios iniciais da perda poderá favorecer à saúde auditiva destes profissionais, por meio de estratégias preventivas e estagnantes da PAIR.

## 4.2 MODELAGEM DA REGRESSÃO LOGÍSTICA

A Regressão Logística foi desenvolvida por volta de 1960, com o objetivo de realizar predições ou explicar a ocorrência de determinados fenômenos quando a variável dependente fosse de natureza binária. Um dos primeiros neste estudo foi o *Framingham Heart Study*, da Universidade de Boston, o qual buscou, com o apoio da Regressão Logística, identificar fatores desencadeantes das doenças cardiovasculares (PAULA, 2010).

Essa técnica caracteriza-se como uma técnica estatística que permite estimar a probabilidade de ocorrência de determinado evento em face de um conjunto de variáveis explanatórias. Além disso, auxilia na classificação de objetos/casos e acolhe mais facilmente variáveis categóricas (variáveis que podem ser mensuradas usando apenas um número limitado de valores ou classes), justificando assim a sua utilização neste estudo (CORRAR, 2007).

Na presente pesquisa, a Regressão Logística foi empregada para explicar quais variáveis categóricas tornam-se relevantes como fatores de risco para a perda auditiva induzida por ruído em cirurgiões-dentistas das USF's de João Pessoa/PB. Não são conhecidos estudos na literatura valendo-se dessa técnica estatística específica para investigar rebaixamento auditivo nestes profissionais, porém as pesquisas realizadas por Ahmed *et al.* (2001) investigam a perda auditiva em outros trabalhadores expostos a ruído utilizando a Regressão Logística.

Segundo Hosmer e Lemeshow (1989), o Modelo de Regressão Logística (MRL) tem se tornado o método padrão para análise de dados em muitos ramos do conhecimento, especialmente na área de saúde, quando a variável dependente é dicotômica. Esse fato exige que o resultado da análise em MRL possibilite associações a certas categorias, tais como positivo e negativo, aceitar ou rejeitar, morrer ou sobreviver e assim por diante. O que ocorre é que, além de possibilitar a classificação de fenômenos ou indivíduos em categorias específicas, essa técnica ainda estima a probabilidade de ocorrência de um determinado evento ou que um fenômeno venha a se enquadrar nesta ou naquela categoria.

A Regressão Logística é um modelo estatístico no qual a variável resposta ou dependente ( $y$ ) assume valores categóricos e dicotômicos, podendo ser explicada por um conjunto de " $p$ " variáveis independentes ou explicativas que, por sua vez, podem ser categóricas ou contínuas (PRESS; WILSON, 1978; PAGANO; GRAUVEAU, 2004). No presente trabalho,  $y$  corresponde ao rebaixamento auditivo, onde "1" corresponde à ocorrência ou presença, e 0 corresponde à não ocorrência ou ausência. As variáveis independentes

(gerais, causa e auxiliares no desfecho) e a variável dependente (desfecho) foram selecionadas após uma ampla busca na literatura, verificando se elas são significantes na realização do estudo. Na presente pesquisa a Regressão Logística foi utilizada como o modelo de decisão para identificar o conjunto de variáveis que constitui o grupo de fatores de risco para a ocorrência de Perda Auditiva Induzida por Ruído nos cirurgiões-dentistas das Unidades de Saúde da Família de João Pessoa/PB.

Dessa forma, conhecendo-se melhor a variável dependente e as variáveis independentes da pesquisa, aplica-se o modelo de regressão logística, que pode ser definido por:

$$\log \left\{ \frac{\pi(\mathbf{x})}{1 - \pi(\mathbf{x})} \right\} = \beta_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p,$$

onde do lado esquerdo da equação observa-se a função *logit* aplicada a  $\pi(x)$ , onde  $\pi(x)$  corresponde à probabilidade do sucesso, e ao lado direito o preditor linear, sendo  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$  os parâmetros do modelo logístico e  $x$  o vetor de covariáveis  $x = (x_2, \dots, x_p)$  (PAULA, 2010).

Inicialmente, define-se o conjunto de covariáveis a ser incluído num modelo logístico e realiza-se a investigação de qual o melhor modelo, que deve ser o mais reduzido, que inclui apenas as covariáveis e interações mais relevantes para explicar a probabilidade de sucesso  $\pi(x)$ . Para a definição desse modelo foi utilizado também o método proposto por Akaike (1974), que corresponde a um processo de minimização que não envolve testes estatísticos. Com base neste, deve-se selecionar um modelo que seja parcimonioso ou, em outras palavras, que esteja bem ajustado e tenha um número reduzido de parâmetros. Como o logaritmo da função de verossimilhança  $L(\beta)$  cresce com o aumento do número de parâmetros do modelo, uma proposta razoável seria encontrarmos o modelo com menor valor para a função:

$$\text{AIC} = -L(\beta) + p, \text{ em que } p \text{ denota o número de parâmetros (PAULA, 2010).}$$

Após a definição do modelo, é necessário testar a sua validade. Esse procedimento permite identificar as variáveis que não se ajustam ao modelo proposto ou que têm forte influência sobre a estimação dos parâmetros (PENHA, 2002). Em regressão logística há uma série de gráficos, testes de ajuste e outras medidas para assegurar a validade do modelo. Neste trabalho, foi utilizado o teste de Hosmer-Lemeshow. Este avalia a qualidade do ajuste

comparando o número observado com o número esperado de sucessos de  $g$  grupos formados (PAULA, 2010).

Utilizou-se, ainda, a curva ROC, que serve para visualizar, avaliar, organizar e selecionar classificadores baseado em suas performances. Para realizar essas análises, gráficos ROC podem mostrar o limiar entre taxas de acertos e alarmes falsos (taxas de erros) dos classificadores (SILVA, 2006). Dentre os aspectos avaliados pela curva ROC, observam-se a sensibilidade e a especificidade. A sensibilidade (Se) é definida como a probabilidade do teste sob investigação fornecer um resultado positivo, dado que o indivíduo é realmente portador da enfermidade. A especificidade (Es) é definida como a probabilidade do teste fornecer um resultado negativo, dado que o indivíduo está livre da enfermidade (MARTINEZ; LOUSADA-NETO; PEREIRA, 2003).

Levando-se em consideração os aspectos da sensibilidade e especificidade, permite-se calcular a área sob a curva ROC. Dado um indivíduo doente e outro não doente, ambos escolhidos ao acaso, esta medida é interpretada como a probabilidade de o indivíduo portador da doença ter um resultado ao teste diagnóstico de maior magnitude que aquele não doente. Um teste totalmente incapaz de discriminar indivíduos doentes e não doentes teria uma área sob a curva de 0,5. Quanto maior a capacidade do teste em discriminar os indivíduos segundo estes dois grupos, mais a curva se aproximaria do canto superior esquerdo do gráfico, e a área sob a curva seria próxima de 1 (MARTINEZ; LOUSADA-NETO; PEREIRA, 2003). Um aspecto importante a ser analisado é a área abaixo da curva ROC.

A Regressão logística possui como uma das vantagens a estimativa do logaritmo natural ( $\ln$ ) do *Odds Ratio* (OR) para todas as variáveis do modelo, permitindo a estimação direta desta através da exponenciação do coeficiente. O *odds ratio*, segundo Medronho e Bloch (2008), corresponde a uma medida da força de associação entre a exposição e a doença sob estudo, sendo a probabilidade de que um evento ocorra dividido pela probabilidade de que ele não ocorra, e é calculado da seguinte forma em um modelo com apenas uma covariável:

$$OR = \frac{\pi(1)\{1-\pi(0)\}}{\pi(0)\{1-\pi(1)\}} = e^{\beta} ,$$

onde  $\pi(1)$  = probabilidade do sucesso e  $\pi(0)$  = probabilidade do fracasso.

Inicialmente, para análise dos dados, foi utilizado o método exaustivo de inclusão e exclusão das variáveis, e ao final da aplicação deste consideradas: idade (em anos), tempo de

trabalho como cirurgião-dentista (em anos), presença de zumbido, queixa de diminuição auditiva, resultado do exame de Emissões Otoacústicas Transientes e nível de ruído do compressor. As variáveis relevantes e seus atributos estão dispostas na tabela 11.

Tabela 11 – Variáveis relevantes no Modelo Logístico Final

<b>Variáveis relevantes(x)</b>	<b>Estimativas dos parâmetros (<math>\beta</math>)</b>	<b>Erro padrão</b>	<b>P-valor</b>
<b>Intercepto</b>	-8.200	3.859	0.0336
<b>Idade</b>	3.012	1.637	0.0658
<b>Tempo de trabalho</b>	2.837	1.560	0.0690
<b>Zumbido</b>	2.828	1.608	0.0786
<b>Queixa de diminuição auditiva</b>	6.025	3.014	0.0456
<b>Resultado do exame de EOA (passa)</b>	- 3.481	1.820	0.0557
<b>Ruído do compressor</b>	3.035	1.714	0.0765

É importante frisar que, na escolha do modelo final a ser utilizado, também foi aplicado o método proposto por Akaike (1974) na comparação do modelo escolhido com outros selecionados. Este método, como já explanado anteriormente, é um processo de minimização que não envolve testes estatísticos. Com base nele, deve-se selecionar um modelo que seja parcimonioso, ou, em outras palavras, que esteja bem ajustado e tenha um número reduzido de parâmetros. Então, selecionou-se o modelo com menor valor, sendo o AIC igual a 32.433.

Acerca das variáveis escolhidas, observa-se que, de acordo com a literatura, estas possuem forte relação com o desfecho “perda auditiva induzida por ruído”. Esta variável dependente, como já explanado, corresponde a uma perda auditiva de instalação lenta, gradual e irreversível, gerada devido a exposições a ruído por tempo prolongado (RUSSO; SANTOS, 2005). Dos 31 cirurgiões-dentistas avaliados com falha nas Emissões Otoacústicas Transientes, em 28 foi detectado algum rebaixamento auditivo ligado à PAIR, o que corresponde a 43,07% do total da amostra (IC 95% = 0,31: 0,55, lê-se: Intervalo de confiança de 31% a 55% com nível de significância de 5%).

A idade e o tempo de atuação profissional são aspectos que estão diretamente ligados ao tempo de contato do indivíduo com o ruído. É de estima importância estudar estes fatores, uma vez que, quanto maior a exposição ao ruído, mais o indivíduo estará susceptível à PAIR.

O zumbido e a sensação de déficit auditivo também surgiram como relevantes para a definição das variáveis relevantes ao modelo. Verifica-se na literatura que o zumbido é um sintoma característico da PAIR, e foi referido por mais de 50% dos cirurgiões-dentistas (COSTA; KITAMURA, 1995). Já a sensação de déficit auditivo, referida por mais de 55% dos entrevistados, é manifestada principalmente em ambientes ruidosos (OLIVEIRA *et al.*, 1994), e pode iniciar-se a partir do 2º período da PAIR (HUNGRIA, 2005). Além da real sensação de déficit auditivo, o alto valor desta sintomatologia pode dever-se ainda devido ao fato de que o somatório de manifestações que podem ser atribuídas à exposição em ambiente ruidoso diz respeito também, e não exclusivamente, ao cansaço físico e mental decorrente do trabalho sob condição ruidosa (MUNHOZ *et al.*, 2003).

Outra variável considerada relevante ao estudo foi o exame de Emissões Otoacústicas. Como este método de investigação visa primeiramente verificar a integridade das células ciliadas externas da cóclea (RUSSO; SANTOS, 2003), e a PAIR é uma perda do tipo sensorial, atingindo primeiramente estas estruturas (OLIVEIRA *et al.*, 2004), observa-se uma íntima relação entre este exame e a perda auditiva induzida por ruído, tendo havido “falha” no teste na maioria dos casos.

Com relação ao ruído emitido pelo compressor, sabe-se que é de suma importância a investigação e controle deste, uma vez que, segundo a Legislação Brasileira (Portaria 3.214/78), os limites máximos permitidos para os trabalhadores que possuem jornada diária de 8 horas, como é o caso dos cirurgiões-dentistas, são de 85 dB, o que não ocorreu em cerca de 55% dos casos.

Então, com base nas variáveis relevantes, criou-se o seguinte modelo logístico:

$$g(\text{Perda auditiva}) = -8.200 + 3.012 \text{ idade} + 2.837 \text{ tempo de trabalho} + 2.828 \text{ zumbido} + 6.025 \text{ queixa de diminuição auditiva} - 3.481 \text{ resultado do exame de EOA} + 3.035 \text{ ruído do compressor},$$

onde  $g$  corresponde à função *logit*, avaliando a probabilidade de perda auditiva.

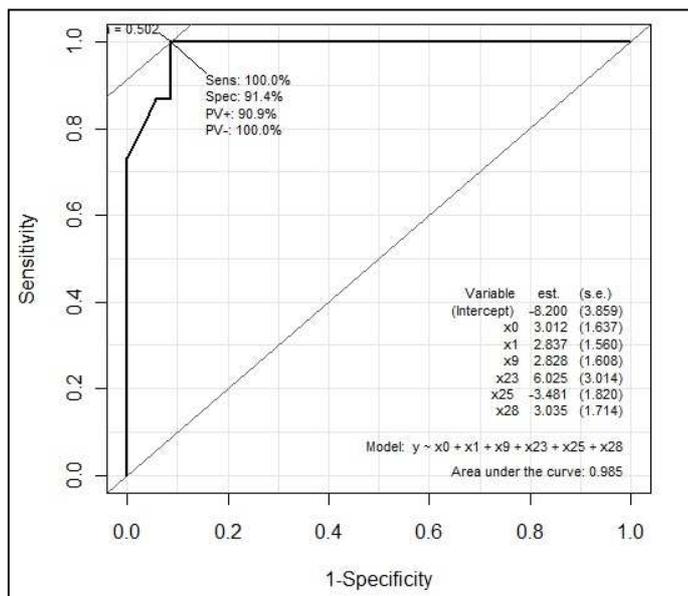
Após a definição do modelo utilizado, foi necessário testar a validade deste. Tal procedimento permite identificar as variáveis que não se ajustam ao modelo proposto, ou que têm forte influência sobre a estimação dos parâmetros (PENHA, 2002). Neste trabalho, foi utilizado teste de Hosmer-Lemeshow.

A medida de Hosmer e Lemeshow é um teste de ajuste geral para indicar a significância estatística entre as classificações observadas e previstas pelo modelo. Na

aplicação deste teste com o modelo escolhido, observou-se uma estatística de 2.2735, com um nível de significância de 0.9715, indicando ausência de diferença significativa na distribuição de valores efetivos e previstos (HAIR,1998).

Com o uso do *software* R, foi obtida a curva ROC referente ao modelo proposto. Desta forma, observou-se o seguinte traçado (Gráfico 8):

Gráfico 8 – Curva ROC



Observa-se com a curva ROC uma sensibilidade de 100% e especificidade de 91,4%, com uma área abaixo da curva no valor de 0.985, representando adequação do modelo demonstrado.

A técnica de Regressão Logística é útil para modelar a probabilidade de um evento ocorrer como função de outros fatores. Assim, com base no modelo apresentado, foi possível calcular a probabilidade de que determinado fator de risco interfira para gerar perda auditiva nos cirurgiões-dentistas. Assim, se determinado indivíduo for exposto a todas as variáveis (idade acima de 45 anos, tempo de trabalho maior que 10 anos, presença de zumbido, sensação de perda auditiva, falha no exame de Emissões Otoacústicas Transientes e exposição ao ruído do compressor maior que 85 dB), este possui probabilidade de 99,76% de adquirir PAIR. Já o indivíduo que não é exposto a nenhuma destas variáveis apresenta apenas 0,02% de probabilidade de ter a perda auditiva.

Ainda no cálculo de probabilidades, verifica-se que um profissional que apresenta queixa de zumbido e perda auditiva tem probabilidade de 65,76% de sofrer PAIR, o que comprova a necessidade de valorizar as queixas dos pacientes, não só os cirurgiões-dentistas.

Isso mostra a estreita relação entre a sintomatologia do paciente a perda auditiva. Ressalte-se ainda que, se à sintomatologia for acrescido um tempo de trabalho em ambiente ruidoso maior que 10 anos, a probabilidade cresce para 97,04%.

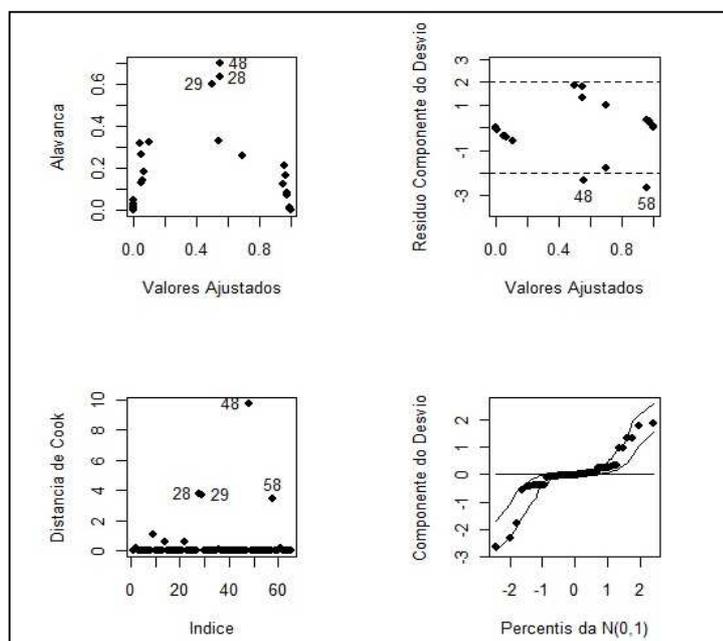
Foi ainda calculado o *Odds Ratio* (razão de chances) em relação a cada variável encontrada no modelo (Tabela 11). Por meio dos valores apresentados, observa-se, por exemplo, que um cirurgião-dentista com idade acima de 45 anos apresenta mais chances de adquirir PAIR que um de idade inferior. Já o fato de passar no exame de Emissões Otoacústicas Transientes representa um fator de proteção, ou seja, não havendo falha neste exame, a chance de ter PAIR é menor, o que demonstra a efetividade do exame de Emissões Otoacústicas Transientes para a triagem de trabalhadores expostos ao ruído. Um valor que chamou a atenção é o relativo à queixa de diminuição auditiva, a partir do qual se observa que um indivíduo que apresenta esta queixa possui mais chances de estar com PAIR em relação aos que não possuem o sintoma. Este valor é facilmente explicado devido ao fato de ser o sintoma mais presente e influente da Perda Auditiva Induzida por Ruído.

Tabela 12 – Estimativas de *odds ratio* correspondentes às variáveis, João Pessoa/PB, 2012

<b>Variáveis</b>	<b><i>Odds ratio</i></b>
<b>Idade</b>	20,32
<b>Tempo de trabalho</b>	17,06
<b>Zumbido</b>	16,91
<b>Queixa de diminuição auditiva</b>	413,64
<b>Resultado do exame de EOA (passa)</b>	0,0307
<b>Ruído do compressor</b>	20,8009

Por meio da análise residual, a seguir (Gráfico 9), verifica-se também a adequação do modelo, porém com 4 pontos influentes: 28, 29, 48 e 58.

Gráfico 9 –Análise dos resíduos



Ao estudar os pontos influentes da pesquisa, ou seja, os indivíduos que se apresentaram divergentes dos demais com relação aos resultados, verificou-se que este fato pode dever-se ao fato de os 4 indivíduos da amostra não possuírem as queixas de perda auditiva e zumbido, além do ruído do compressor estar abaixo de 85 dB, e mesmo assim estarem com PAIR. A ausência dos sintomas concomitante à perda auditiva pode ser completamente justificado pelo fato de os 4 cirurgiões-dentistas estarem inseridos no Grau I da PAIR, de acordo com a classificação de Hungria (2005), no qual apenas a frequência de 4000 Hz estar atingida, ou seja, há apenas um estágio inicial de déficit auditivo, no qual o indivíduo acometido pode perfeitamente não apresentar sintoma algum, sendo estes presentes com a evolução da perda.

Os cirurgiões-dentistas representantes dos pontos atípicos atuam nas USF's com ruído do compressor abaixo de 85 dB e que têm perda auditiva. Isto pode ser explicado nos devido aos 4 profissionais atuarem em Unidades de Saúde Integradas, sendo a fundação destas na cidade de João Pessoa recente. Dessa forma, não se sabe o real ruído dos compressores aos quais os profissionais estavam expostos anteriormente à mudança das instalações físicas destes.

#### 4.3 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

É importante salientar as limitações do presente estudo, que dizem respeito principalmente à dificuldade na coleta dos dados e a atingir o tamanho da amostra ideal. Apenas uma pesquisadora realizou a coleta, em virtude de recursos financeiros bem como da necessidade de conhecimentos técnicos e específicos para a realização das medições e exames. É ainda necessário frisar que os cirurgiões-dentistas estavam em repouso auditivo (14 horas) antes da realização do exame (critério de inclusão), o que limitou a coleta ao início do turno da manhã. Isso se justifica pelo fato de, nas perdas auditivas temporárias por exposição ao ruído, normalmente os limiares auditivos retornarem à normalidade após um período de relativo silêncio de geralmente 11 a 14 horas – e daí surge a recomendação internacional de que deve haver 14 horas de repouso acústico antes da realização de exames auditivos (SALIBA, 2001).

Outro aspecto referente às limitações do estudo relaciona-se ao desenho adotado. Os estudos seccionais, como é o caso desta pesquisa, apesar de serem extremamente úteis para descrever características coletivas, também apresentam limites, especialmente no que diz respeito à temporalidade: é necessário utilizar-se da memória dos indivíduos (dado subjetivo) para revelar fatos passados, por meio de uma entrevista, sendo difícil na maioria das vezes ocorrer uma padronização (MEDRONHO; BLOCH, 2008). Deve-se também ressaltar a limitação inerente aos estudos seccionais que se constitui na impossibilidade de determinar a temporalidade da exposição e do desfecho. Uma vez que desfecho e demais fatores são analisados em um mesmo momento, deve-se considerar a possibilidade de causalidade reversa e ser cauteloso na interpretação da associação entre as variáveis em análise (ROTHMAN; GREENLAND; LASH, 2008).

Ressalta-se que o delineamento transversal adotado na presente pesquisa permitiu identificar características do perfil auditivo e de fatores de risco para a audição dos cirurgiões-dentistas, sendo de extrema valia à saúde auditiva destes profissionais.

#### 4.4 PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO EM SAÚDE

Sabe-se que a Perda Auditiva Induzida por Ruído encontra-se na lista das doenças ocupacionais citadas pelo Ministério da Saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012), porém seu estudo restringe-se primordialmente aos trabalhadores de fábricas e indústrias, cuja exposição ao ruído é notória e acentuada. Dessa forma, alguns profissionais acabam “esquecidos”, e

expostos diariamente a doses não permitidas de fortes intensidades, o que termina prejudicando sua saúde, comunicação e qualidade de vida.

Após utilização da Regressão Logística no presente estudo, chegou-se às variáveis de relevância para o modelo proposto. Assim, baseando-se nos resultados encontrados, pode-se traçar modelos de decisão para reduzir o risco de um cirurgião-dentista adquirir a PAIR em seu ambiente de trabalho, como também visando à minimização dos danos gerados pelo ruído aos cirurgiões-dentistas das USF's de João Pessoa.

#### **4.4.1 Orientação aos Cirurgiões-Dentistas desde a Universidade sobre os riscos da PAIR**

O profissional deve conhecer os agravos a que está exposto desde o início do seu contato com a profissão, para utilizar os instrumentos preventivos adequados durante sua prática clínica.

É importante esclarecer aos cirurgiões-dentistas acerca do conceito das perdas auditivas, classificação destas e formas de prevenção.

Dentre os meios preventivos, está o EPI (Equipamento de Proteção Individual), que pode amortizar até 40 dB o som que entra na orelha (ex: sons de 90 dB chegam à orelha em até 50 dB). Os EPI's podem ser do tipo: plug (menores, que se inserem no meato acústico externo) ou concha (colocados externamente sobre os pavilhões auriculares normalmente fixos por uma haste ou arco sobre a cabeça) (NETO, 2007). Esse equipamento de proteção foi utilizado por apenas 1 dos 65 profissionais da amostra, o que demonstra falta de conhecimento sobre os riscos da perda auditiva. Se fosse utilizado desde o início da prática clínica, o contato com o ruído não seria tão intenso, o que geraria a prevenção da perda auditiva e conseqüente melhora na qualidade de vida.

#### **4.4.2 Elaboração de um Programa de PPPA Universal, porém com especificidades**

O Programa de Prevenção de Perdas Auditivas se constitui em um processo contínuo de ações coordenadas que têm por objetivo prevenir ou estabilizar as perdas auditivas ocupacionais, buscando a redução ou eliminação de riscos para a audição nos processos produtivos (BERNARDI, 2003). Indivíduos expostos a ruídos intensos devem realizar exames auditivos periódicos anuais ou semestrais (CONSELHO FEDERAL DE FONOAUDIOLOGIA, 2009).

Observou-se, no presente estudo, que indivíduos que apresentam idade superior a 45 anos e tempo de trabalho como cirurgião-dentista maior que 10 anos possuem maior probabilidade de adquirir a PAIR. Dessa forma, é necessário enfatizar que o PPPA seja implantado pela gestão do SUS também a todos os cirurgiões-dentistas, com periodicidade anual, e mais efetivamente destinado a essa população em especial (idade maior que 45 anos e tempo de trabalho maior que 10 anos), com orientações mais específicas e com uma periodicidade de exames ideal de 6 em 6 meses, verificando precocemente a ocorrência de uma perda auditiva com possível mudança de função ou uma consequente indicação do Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI) no caso da PAIR já estar instalada.

Com relação ao Programa de Prevenção de Perdas Auditivas, é importante salientar que o mesmo pode ser realizado por meio das Emissões Otoacústicas até os 45 anos, uma vez que este instrumento mostrou-se de grande sensibilidade no diagnóstico das perdas auditivas nesta população. Em indivíduos acima desta idade, pode-se utilizar a audiometria, exame mais específico e detalhado, no procedimento de triagem.

#### **4.4.3 Valorização dos sintomas emitidos na Anamnese Clínica**

É de suma importância que as queixas dos pacientes sejam escutadas, o que poderia ocorrer nas avaliações auditivas periódicas realizadas nos trabalhadores. Mediante os resultados encontrados no presente estudo, constata-se que as chances de o indivíduo adquirir PAIR quando tem queixa de audição são muito maiores, o que também ocorre quando há presença de queixa de zumbido. Dessa forma, deve-se enfatizar a realização do PPPA, como já citado anteriormente, como também a importância da anamnese clínica antecipadamente às avaliações auditivas.

A anamnese consiste no momento inicial da avaliação, sendo essencial para o processo de diagnóstico. Uma investigação detalhada fornecerá subsídios para a formulação correta da hipótese diagnóstica. É durante este momento que o profissional realiza indagações cruciais, pertinentes ao caso, como também escuta cautelosamente o paciente (RUSSO; SANTOS, 2005).

Como foi observado do cálculo das probabilidades do presente estudo, um cirurgião-dentista com queixa de diminuição auditiva e zumbido apresenta mais de 60% de probabilidade de adquirir a PAIR. Dessa forma, justifica-se que, com a implantação do PPPA, poderiam existir critérios para definir quais seriam os primeiros cirurgiões-dentistas a ser avaliados. Além da idade e tempo de serviço, as queixas emitidas pelos profissionais,

especificamente a de diminuição auditiva e zumbido, devem ser levadas em consideração, podendo ser determinantes para a urgência na realização de exames audiométricos nestes indivíduos.

#### **4.4.4 Manutenção periódica dos equipamentos produtores de ruído**

O compressor, juntamente com os outros instrumentos produtores de ruído, pode produzir sons acima de 85 dB diários. Os resultados da pesquisa demonstraram que mais de 55% dos compressores emitem sons acima de 85 dB, sendo o ruído mensurado no interior da sala de atendimento. Assim, surge a necessidade da manutenção periódica deste e dos outros instrumentos utilizados pelo cirurgião-dentista. Alguns estudos, como os de Hinohara e Mitsuda (1998), informam a necessidade de manutenção técnica e periódica dos instrumentos utilizados pelos cirurgiões-dentistas, com alguns procedimentos, como, por exemplo, a lubrificação. Este ato propicia uma diminuição da intensidade do ruído emitido por estes.

#### **4.4.5 Organização, por parte da gestão, de ambientes adaptados para preservação da saúde auditiva do cirurgião-dentista**

Torna-se necessária a criação de ambientes isolados de ruídos externos, especialmente do ruído emitido pelo compressor. Saquy *et al.* (1994) citam que o protetor auricular, juntamente com o uso de material fonoabsorvente para promover o isolamento acústico e realização de manutenção técnica periódica dos instrumentos rotatórios são formas de minimizar o ruído no consultório odontológico.

Nas universidades, os cirurgiões-dentistas são acostumados ao atendimento em grupos, com vários instrumentos acionados em conjunto, sendo expostos a altos índices de ruído. O compressor, mesmo situado externamente às salas de atendimento, emite ruídos intensos e prejudiciais à saúde auditiva dos profissionais, gerando incômodo devido às fortes intensidades do ruído. Na maioria das USF's visitadas (86,15%), os compressores eram situados há menos de 5 metros da sala de atendimento, separados apenas por uma parede desta e muitas vezes ao lado da janela, o que demonstra extrema irregularidade e prejuízo à saúde do profissional. Assim, é necessária a construção de ambientes adaptados por parte da gestão, com salas isoladas acusticamente por meio de material fonoabsorvente, e com distância em relação à sala e isolamento acústico do compressor para que seu ruído não ultrapasse os limites toleráveis, chegando à orelha dos profissionais e gerando perda auditiva.

O compressor, na presença de impedimento para o isolamento acústico, deve ser mantido a uma distância segura das salas de atendimento, e os profissionais, seja o cirurgião-dentista seja o auxiliar de saúde bucal, precisam estar em locais seguros e distantes do ruído emitido por estes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de morbidades e a consequente identificação de seus fatores de risco e proteção não é uma tarefa fácil, em virtude da enorme quantidade de condições e aspectos que influenciam a saúde dos indivíduos. Entretanto, a presente pesquisa conseguiu representar alguns fatores preponderantes para a instalação da Perda Auditiva Induzida por Ruído nos cirurgiões-dentistas das USF's de João Pessoa, conseguindo ser representativo da realidade encontrada com tais profissionais. Por meio deste, permitiu-se traçar um perfil audiológico dos indivíduos, como também identificar as variáveis relevantes para a aquisição da PAIR.

Constatou-se que os sintomas otológicos mais encontrados nos cirurgiões-dentistas foram o cansaço frequente, a sensação de déficit auditivo e o zumbido. Alguns instrumentos utilizados (turbina de alta rotação e compressor) apresentaram altos níveis de ruído de forma prejudicial à audição humana.

A Regressão Logística surge no estudo como um método que gerou uma melhor compreensão acerca do problema estudado, identificando a idade, tempo de trabalho, presença do zumbido e sensação da perda auditiva, além do nível do ruído do compressor como variáveis significativas na elaboração do modelo final, atuando como fatores de risco para a perda auditiva induzida por ruído, observada em quase metade dos indivíduos da amostra.

Esta pesquisa, inédita na cidade de João Pessoa, contribui para um melhor entendimento do problema em questão, além de fornecer dados importantes para o planejamento de ações voltadas para a prevenção e controle da perda auditiva em cirurgiões-dentistas. Abre também espaço para estudos complementares, podendo estes também ser desenvolvidos com auxiliares de saúde bucal, uma vez que esses profissionais são também expostos ao ruído dos instrumentos de trabalho dos consultórios odontológicos.

Assim, este trabalho é de grande contribuição, uma vez que trata da multidisciplinaridade entre as áreas de Ciências Exatas (Estatística) e da Saúde, e dentro desta última especialmente em Odontologia e Fonoaudiologia, servindo como um elo entre várias áreas de conhecimento, e tendo grande relevância para a promoção da saúde dos odontólogos e outros profissionais expostos ao ruído.

## REFERÊNCIAS

AHMED, H. O. et al. Occupational Noise Exposure and Hearing Loss of Workers in Two Plants in Eastern Saudi Arabia. **The Annals of Occupational Hygiene**. Oxford, v. 45, n. 5, p. 371-380, 2001. Disponível em: <<http://annhyg.oxfordjournals.org/content/45/5/371.full.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2012.

ALMEIDA, E. S. de et al. **Distritos Sanitários: concepção e organização**. São Paulo: Instituto para o Desenvolvimento da Saúde, 1998.

ALMEIDA, S. I. C. de. *et al.* História natural da perda auditiva ocupacional provocada por ruído. **Revista da Associação de Medicina Brasileira**, vol. 46, n. 2, p. 143-158, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/ramb/v46n2/2842.pdf>>. Acesso em: 25 mar 2012.

AQUINO, A. M. C. M; ARAÚJO, M. S. Vias auditivas: periférica e central. In: AQUINO, A. M. C. M. **Processamento Auditivo Eletrofisiologia & Psicoacústica**. São Paulo: Lovise, 2002.

ARAÚJO, S. A. Perda auditiva induzida por ruído em trabalhadores de metalúrgica. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 88, n. 1, p. 47-52, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rboto/v68n1/8770.pdf>>. Acesso em: 25 mar 2012.

ARNST, D. J. Presbiacusia. In: KATZ, J. **Tratado de audiologia clínica**. 3. ed. São Paulo: Manole, 1989.

AZEVEDO, M. F. Emissões otoacústicas. In: FIGUEIREDO, M. S. **Conhecimentos essenciais para entender bem emissões otoacústicas e BERA**. São José dos Campos: Pulso, 2003.

BEHLAU, M. S. **A voz que ensina**. Rio de Janeiro: Revinter, 2005.

BERNARDI, A. P. de A. **Audiologia ocupacional**. São José dos Campos: Pulso, 2003.

BESS, F. H.; HUMES, L. E. **Fundamentos de audiologia**. 2. ed. Porto Alegre: Artemed, 1998.

BONALDI, L. V. et al. **Bases anatômicas da audição e do equilíbrio**. São Paulo: Santos, 2004.

BRASIL. Decreto-lei nº 3.688, de 3 de outubro de 1941. Lei das Contravenções Penais.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho. Portaria nº. 3.214, de 8 de Junho de 1978. **Aprova as Normas Regulamentadoras. NR 9 - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília - DF, 1978.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Coordenação Geral de Desenvolvimento de Recursos Humanos para o SUS. **Guia curricular para formação de técnico em higiene dental para atuar na rede básica do SUS**. Brasília, 1994.

BRUSIS, T. et al. Are Professional Dental Health Care Workers (Dentists, Dental Technicians, Assistants) in Danger of Noise Induced Hearing Loss? **Revis du Institut für Begutachtung**. v. 87, n. 5, p. 335-340, 2008. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18058679>>. Acesso em: 15 set. 2011.

BUSCHINELLI, J. T.; ROCHA, L.; RIGOTTO, R. M. (Org.). **Isto é trabalho de gente?: vida, doença e trabalho no Brasil**. São Paulo: Vozes, 1994.

CERVO, P. A.; BERVIAN, A. L. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CALDART, A. U. *et al.* Prevalência de Perda Auditiva Induzida pelo Ruído em Trabalhadores de Indústria Têxtil. **Arquivos internacionais de Otorrinolaringologia**, vol. 10, n. 3, p. 192-196, 2006. Disponível em: <<http://internationalarchivesent.org/conteudo/pdfForl/380.pdf>>. Acesso em: 25 mar 2012.

CHEN, Y. et al. **The noise of dental instruments evaluated at sound pressure level**. v. 2. P. 348-354. Annual Meeting and 22nd Symposium of Acoustical Society of the Republic of China, 2009. Disponível em: <<http://wenku.baidu.com/view/f6b62b5077232f60ddcca1e4.html?from=related>>. Acesso em: 23 fev. 2012.

Comitê nacional do ruído e conservação auditiva - Boletim nº 6. **Arquivos Internacionais de Otorrinolaringologia**. v. 4, n. 2, abr./jun., 2000. Disponível em: <[http://www.arquivosdeorl.org.br/conteudo/acervo\\_port.asp?id=125](http://www.arquivosdeorl.org.br/conteudo/acervo_port.asp?id=125)>. Acesso em: 08 de nov. 2010.

CORLIN, R. J.; TORIELLO, H. V.; COHEN, M. M. Jr. **Hereditary hearing loss and its syndromes**. Oxford: Oxford University Press, 1995.

CONSELHO FEDERAL DE FONOAUDIOLOGIA. **Audiometria tonal, Logaudiometria e medidas de Imitância Acústica**: orientações dos Conselhos de Fonoaudiologia para o laudo audiológico. Brasil, 2009. Disponível em: <<http://www.fonoaudiologia.org.br/publicacoes/eplaudioaudio.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2012.

CORRAR, L. J; EDILSON FILHO, J. M. D. (Org.). **Análise multivariada**. São Paulo: Atlas, 2007. v. 1, p. 280-323.

COSTA, E. A.; KITAMURA, S. **Órgão do sentido - Audição**. São Paulo: Atheneu, 1995.

DANTE, A. **Medidor de Níveis Sonoros – Decibelímetro**. 2010. 28F. Monografia (Conclusão de Curso) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010. Disponível em: <[http://www.demic.fee.unicamp.br/~alexant/projetos/Relat\\_Fin\\_Decib.pdf](http://www.demic.fee.unicamp.br/~alexant/projetos/Relat_Fin_Decib.pdf)>. Acesso em: 15 jun. 2011.

DIAS, A. et al. Associação entre perda auditiva induzida pelo ruído e zumbidos. **Cadernos de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v.1, n. 22, p. 63-66, 2006.

FARIAS, Talden. Análise jurídica da poluição sonora. **Jus Navigandi**. Teresina, v. 11, n. 1293, 15 jan. 2007. Disponível em: <<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=9390>>. Acesso em: 16 jul. 2011.

FERNANDES, M.; MORATA, T. C. Estudo dos efeitos auditivos e extra-auditivos da exposição ocupacional a ruído e vibração. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**. São Paulo, v. 68, n. 5, p. 705-13, set./out., 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rboto/v68n5/a17v68n5.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2011.

FERREIRA JÚNIOR, M. **PAIR - Perda auditiva induzida por ruído: bom senso e consenso**. São Paulo: VK, 1998.

GATTAZ, G.; IALARISSI, P. R. Emissões Otoacústicas: conceitos básicos e informações clínicas. **Arquivos da Fundação Otorrinolaringologia**. São Paulo, v. 1, n. 2 abr./jun., 2004. Disponível em: <[http://www.arquivosdeorl.org.br/conteudo/acervo\\_port.asp?id=13](http://www.arquivosdeorl.org.br/conteudo/acervo_port.asp?id=13)>. Acesso em: 17 jul. 2011.

GENOVESE, W. J.; LOPES, A. **Doenças profissionais do cirurgião-dentista**. São Paulo: Pancast Editorial, 1991.

GERGES, S. N. Y. **Ruído: fenômenos e controle**. Florianópolis: UFSC, 1992.

GESSINGER, R. et al. **Efeitos psicossociais da perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR)**. Porto Alegre: Bagagem Comunicação, 1997.

HALLIWELL, E. P. B. Free radicals and hearing: cause, consequence, and criteria. **Ear Nose Throat Journal**. 2009. Disponível em: <<http://www.entjournal.com/ME2/Default.asp>>. Acesso em: 09 nov. 2011.

HARGER, M. R. H. C.; BARBOSA-BRANCO; A. Efeitos auditivos decorrentes da exposição ocupacional ao ruído em trabalhadores de marmorarias no Distrito Federal. **Revista da Associação de Medicina Brasileira**, vol. 50, n. 4, p. 396-399, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ramb/v50n4/22751.pdf>>. Acesso em: 25 mar 2012.

HOSMER, D. W.; LEMESHOW, S. **Applied logistic regression**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 2000.

HUNGRIA, H. **Otorrinolaringologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Information and documentation: bibliographic references - electronic documents or parts there of by ISO, 1975 [online]**. Disponível em: <<http://www.collectionscanada.ca/iso/tc46sc9/standard/1975-2e.htm>>. Acesso em: 10 mai 2011.

HYSON, J. M. Jr. The air turbine and hearing loss: are dentists at risk?. **The Journal of the American Dental Association**. Jada, v. 133, n. 12, p. 1639-1642, 2012.

KASSE, C. Ototoxicity and otoprotection. In: **The journal of Laryngology and Otology**, 2008. Disponível em: <<http://www.jlo.co.uk/>>. Acesso em: 09 nov. 2011.

KEENAN, V. R. **Ruído em consultório odontológico: dos riscos à prevenção**. 1999. 79f. Monografia (Especialização em Fonoaudiologia Clínica) - Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica. Porto Alegre, 1999. Disponível em: <<http://www.cefac.br/library/teses/e2b3d55a4fc3b0ab6140a2bd5a593a77.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2011.

LACERDA, A. B. M. de et al. Ambiente urbano e percepção da poluição sonora. **Ambiente & Sociedade**. v. 8, n. 2, jul./dez., 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v8n2/28606.pdf>>. Acesso em: 24 mai. 2011.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2009.

LAMAR, A. **Deficiência auditiva: métodos de avaliação**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Otorrinolaringologia, 2007.

LATARJET, M; RUIZ-LIARD, A. **Anatomia humana**. 2. ed. São Paulo: Médica Panamericana, 1996.

LOPES, A. C. et al. Conditions of auditory health at work: inquiry of the auditory effect in workers exposed to the occupational noise. **International Archives of Otorrhynolaringology**. v. 13, n. 1, p. 49-54, 2009. Disponível em: <[http://www.arquivosdeorl.org.br/conteudo/acervo\\_port.asp?id=588](http://www.arquivosdeorl.org.br/conteudo/acervo_port.asp?id=588)>. Acesso em: 24 maio 2011.

LOPES FILHO, Otacílio. **Tratado de Fonoaudiologia**. São Paulo: Roca, 1997.

LOURENÇO, E. A. et al. Ruído em consultórios odontológicos pode produzir perda auditiva?. **Arquivos Internacionais de Otorrinolaringologia**. São Paulo, v. 5, n. 1. jan./mar., 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1809-48722011000100013&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-48722011000100013&lang=pt)>. Acesso em: 2 fev. 2012.

MANGABEIRA, A. P. **Otorrinolaringologia prática**. São Paulo: Sarvier, 1975.

MATOS, P. **Ruído: riscos e prevenção**. 2. ed. São Paulo: Hucitec, 1996.

MEDRONHO, R. A. ; BLOCH, K. V. **Epidemiologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2008.

MENDES, R. **Patologia do trabalho**. São Paulo: Atheneu, 2003.

MENEGOTTO, I. H.; COUTO, C. M. Tópicos de acústica e psicoacústica relevantes em audiologia. In: FROTA, S. **Fundamentos em Fonoaudiologia: audiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

\_\_\_\_\_. Coordenação Geral de Desenvolvimento de Recursos Humanos para o SUS. **Guia curricular para formação de técnico em higiene dental para atuar na rede básica do SUS**. Brasília, 1998.

\_\_\_\_\_. Coordenação Geral de Desenvolvimento de Recursos Humanos para o SUS. **Doenças ocupacionais listadas**. Brasília, 1998.

MONDELLI, J. **Dentística**: Procedimentos pré-clínicos. 2. ed. São Paulo: Santos, 2003.

MOTTA, V. T. **Bioestatística**. 2. ed. Caxias do Sul, RS: Educs, 2006.

MUNHOZ, M. S. L. et al. **Audiologia clínica**. São Paulo: Atheneu, 2003.

\_\_\_\_\_. **Manual de Otorrinolaringologia**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1978.

MUSIEK, F. E.; RINTELMANN, W. F. **Perspectivas atuais em avaliação auditiva**. São Paulo: Manole, 2001.

NETO, N. A. **Verificação dos Níveis de Atenuação de Protetores Auriculares do tipo Concha, utilizando Microfone Sonda**. Monografia de Pós-Graduação. Universidade Estadual Paulista: Bauru, 2007.

NORTON, S. J.; STOVER, L. J. Emissões otoacústicas: um novo instrumento clínico. In: KATZ, J. **Tratado de audiologia clínica**. São Paulo: Manole, 2007.

NUDELMANN, A. A.; SELIGMAN, J. **Aspectos legais e éticos em Otorrinolaringologia**. São Paulo: Age, 2008.

NUDELMANN, A. **PAIR**: perda auditiva induzida pelo ruído. Porto Alegre: Bagagem Comunicação, 1997.

OGIDO, R; COSTA, E. A. da; MACHADO, H. C. Prevalência de sintomas auditivos e vestibulares em trabalhadores expostos a ruído ocupacional. **Revista de Saúde Pública**. São Paulo, v. 4, p. 377-80, 2009.

OLIVEIRA, J. A. et al. **Otorrinolaringologia**: princípios e prática. Porto Alegre: Artmed, 1994.

OLIVEIRA, A. L. B. M. de; CAMPOS, J. A. D.; GARCIA, P. P. N. S. Ruído ambiental e sua percepção pelos alunos de odontologia. **Revista de Odontologia da UNESP**. São Paulo, v. 1, n. 36, p. 9-16, 2007. Disponível em: <<http://rou.hostcentral.com.br/PDF/v36n1a02.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2011.

PAULA, G. de. **Modelos de Regressão com apoio computacional**. São Paulo: Ime-USP, 2010.

PEREIRA, L. D.; SCHOCHAT, E. **Processamento auditivo central**: manual de avaliação. São Paulo: Lovise, 1997. v. 1.

PODOSHIN, L. *et al.* Ototoxicity of ear drops in patients with chronic otitis media. In: **The journal of Laryngology and Otology**, 2009. Disponível em: <<http://www.jlo.co.uk/>>. Acesso em: 12 nov. 2011.

QUIMERO, S. M.; MAROTTA, R. M. B.; MARONE, S. A. M. Avaliação do processamento auditivo de indivíduos idosos com e sem presbiacusia por meio do teste de reconhecimento de dissílabos em tarefa dicótica - ssw. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**. São Paulo, v. 68, n. 1, p. 28-33, jan./fev., 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rboto/v68n1/8767.pdf>> Acesso em: 12 set. 2011.

ROLAND, P. S. New developments in our understanding of ototoxicity. In: **Ear Nose Throat Journal**. 2004. Disponível em: <<http://www.entjournal.com/ME2/Default.asp>>. Acesso em: 09 nov. 2011.

RUSSO, I. P.; SANTOS, T. M. **A prática da audiologia clínica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

\_\_\_\_\_. **Acústica e Psicoacústica aplicadas à Fonoaudiologia**. São Paulo: Lovise, 1993.

SAFFER, M. Otoscopia. In: SAFFER, M.; MOCELLIN, M. **Otorrinolaringologia**. Rio de Janeiro: Editora Médica e Científica, 1998.

SALIBA, T. M. **Manual prático de avaliação e controle do ruído**. 2. ed. São Paulo: LTR, 2001.

SANTOS, U. P. **Ruído e prevenção**. São Paulo: Hucitec, 1999.

\_\_\_\_\_. **Ruído: riscos e prevenção**. São Paulo, Hucitec, 1994.

SAQUY, Paulo C et al. Iluminação do Consultório Odontológico. **Revista da APCD**. São Paulo, v.48, n. 5, p. 1467-1470, set./out., 1994. Disponível em: <<http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=150242&indexSearch=ID>>. Acesso em: 24 maio 2011.

SECRETARIA DO ESTADO DE SAÚDE DE SÃO PAULO. **Norma**: uma técnica que dispõe sobre o diagnóstico de perda auditiva induzida por ruído e a redução e controle do ruído nos ambientes e postos de trabalho. São Paulo, 1994.

SEBASTIÁN, G. de. **Audiologia Prática**. Rio de Janeiro: Enelivros, 2008.

SHINOHARA, E. H.; MITSUDA, S. T. Trauma acústico na odontologia. **Revista do CROMG**. v. 4, n. 1, p. 42-45, jan./jun., 1998. Disponível em: <<http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=BBO&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=8613&indexSearch=ID>>. Acesso em: 24 maio 2011.

SOBOTTA, J. **Atlas de anatomia humana**. 21. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

SOUZA, H. M. M. R. de. **Análise experimental dos níveis de ruído produzido por peça-de-mão de alta-rotação em consultório odontológico**: possibilidade de humanização do posto de trabalho do cirurgião dentista. 1998. 118F. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, 1998. Disponível em: <[http://portaldeseres.icict.fiocruz.br/transf.php?script=thes\\_cover&id=000107&lng=pt&nrm=iso](http://portaldeseres.icict.fiocruz.br/transf.php?script=thes_cover&id=000107&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 16 jun. 2011.

SZYMAŃSKA, J. Work-related noise hazards in the dental surgery. **Ann Agric Environ Medicine Periodical**. v. 2, n. 7, p. 67-70, 2000. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11153033>>. Acesso em: 16 jun. 2011.

TESTA, J. R. G. et al. Otosclerosis - stapedotomy results. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**. v. 1. jan./fev., 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php/script\\_sci\\_serial/pid\\_0034-7299/lnq\\_pt/nrm\\_iso](http://www.scielo.br/scielo.php/script_sci_serial/pid_0034-7299/lnq_pt/nrm_iso)>. Acesso em: 02 dez. 2011.

TÔRRES, B. O. et al. A Perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR) na formação acadêmica: conhecimentos e medidas de prevenção. **Revista de Odontologia Científica**. v. 6, n. 2, p. 151-154, abr./jun., 2007. Disponível em: <<http://www.cro-pe.org.br/revista/v6n2/9.pdf>>. Acesso em: 24 maio 2011.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. **Configurações audiométricas em saúde ocupacional**. Artigo nº 131, sexta-feira, 11 de Julho de 1997, seção 3, páginas 14244-14249. Edital nº 3, de 9 de Julho de 1997.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Résumé D'orientation Des Directives De L'oms Relatives Au Bruit Dans L'environnement**. Disponível em: <<http://www.who.int/homepage/primers>>. Acesso em: 12 jul. 2011.

ZEMPLIN, W. R. **Princípios de anatomia e fisiologia em Fonoaudiologia**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

## **APÊNDICES**

## Apêndice A

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Prezado (a) Senhor (a)

Esta pesquisa é sobre as “Repercussões do ruído ocupacional na audição dos cirurgiões dentistas de USF’s da cidade de João Pessoa, e está sendo desenvolvida por Priscilla Alves Nóbrega Gambarra, aluna do Curso de Pós Graduação em Modelos de Decisão e Saúde da Universidade Federal da Paraíba, sob a orientação dos Profs. Ana Maria Gondim Valença e Andrea Vanessa Rocha.

O objetivo principal do estudo é identificar as relações entre o ruído ocupacional e a audição dos cirurgiões dentistas.

A finalidade deste trabalho é contribuir para a saúde auditiva destes profissionais, visando à promoção de estratégias para minimizar possíveis alterações auditivas, quer seja preventivas ou terapêuticas.

Solicito a sua colaboração na aplicação do formulário e submissão a avaliações, como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de saúde e publicar em revista científica. O formulário conterá dados acerca dos sintomas auditivos, e riscos que o ruído oferece à saúde auditiva. Já na avaliação, será realizado nos cirurgiões-dentistas o teste de Emissões Otoacústicas, exame rápido e objetivo que verifica a integridade das células ciliadas externas (orelha interna). Não há nenhum tipo de desconforto na sua aplicação, como também pré-requisitos. Caso seja detectada alguma alteração neste exame, os dentistas serão encaminhados à realização exames mais específicos, audiometria tonal e vocal e a imitanciometria, a serem realizadas na FUNAD – Fundação Centro Integrado de Apoio ao Portador de Deficiência. No ambiente de trabalho (USF’s), será feita ainda a medição da intensidade do ruído, por meio do equipamento decibelímetro.

Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo. Informo que essa pesquisa não oferece riscos, previsíveis, para a sua saúde.

Esclareço que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o(a) senhor(a) não é obrigado(a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo

Pesquisador(a). Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano.

A pesquisadora estará a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido(a) e dou o meu consentimento para participar da pesquisa e para publicação dos resultados. Estou ciente que receberei uma cópia desse documento.

---

Assinatura do Participante da Pesquisa

---

Assinatura da Testemunha

Contato com o Pesquisador (a) Responsável:

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor ligar para o (a) pesquisador:

- PRISCILLA ALVES NÓBREGA GAMBARRA – (83) 8719-8700

Atenciosamente,

---

PRISCILLA ALVES NÓBREGA GAMBARRA  
Pesquisadora Responsável

## Apêndice B

NOME: \_\_\_\_\_ IDADE: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### Formulário de Anamnese Auditiva

1. HÁ QUANTO TEMPO VOCÊ TRABALHA COMO CIRURGIÃO DENTISTA? \_\_\_\_\_
2. QUAL A CARGA HORÁRIA SEMANAL? \_\_\_\_\_
3. EXERCE OUTRAS ATIVIDADES QUE ENVOLVEM RUÍDO? ( ) SIM ( ) NÃO .  
QUAL? \_\_\_\_\_
4. APRESENTA ANTECEDENTES FAMILIARES COM RELAÇÃO À SURDEZ? ( )  
SIM ( ) NÃO
5. TEVE ALGUMA HISTÓRICO OTOLÓGICO PRECEDENTE, COMO OTITES OU  
CIRURGIAS? ( ) SIM ( ) NÃO
6. FEZ USO DE MEDICAMENTOS ANTIBIÓTICOS POR TEMPO PROLONGADO? ( )  
SIM ( ) NÃO
7. CONSIDERA O RUÍDO DOS INSTRUMENTOS DE SEU AMBIENTE DE  
TRABALHO PREJUDICIAL A SUA AUDIÇÃO? ( ) SIM ( ) NÃO
8. FAZ USO DE EPI (EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL)? ( ) SIM ( )  
NÃO  
HÁ QUANTO TEMPO? \_\_\_\_\_ QUANTAS HORAS DIÁRIAS? \_\_\_\_\_
9. ACREDITA TER ALGUMA DIMINUIÇÃO AUDITIVA? ( ) SIM ( ) NÃO
10. APRESENTA UM DESTES SINTOMAS? SE SIM, MARQUE COM UM X  
( ) TONTURA ( ) DÉFICITS DE ATENÇÃO E CONCENTRAÇÃO ( )  
ALTERAÇÕES NO SONO( ) ALTERAÇÕES NO HUMOR ( ) CEFALEIA ( )  
CANSAÇO CONSTANTE( ) DISTÚRBIOS DIGESTIVOS ( ) ZUMBIDO

## Apêndice C

### Avaliação do Ruído e do Ambiente

1. DISTÂNCIA DO COMPRESSOR AO LOCAL DE TRABALHO: \_\_\_\_\_

2. NÍVEL DE RUÍDO DOS INSTRUMENTOS DE TRABALHO:

TURBINA: \_\_\_\_\_ MICROMOTOR: \_\_\_\_\_

AMALGAMADOR: \_\_\_\_\_ SUGADOR: \_\_\_\_\_

COMPRESSOR: \_\_\_\_\_ TODOS: \_\_\_\_\_

3. RESULTADO DO EXAME DE OTOEMISSIONES ACÚSTICAS:

	ORELHA DIREITA	ORELHA ESQUERDA
TRANSIENTES		
PRODUTO DE DISTRIBUIÇÃO		

5. HÁ ALGUM TRATAMENTO ACÚSTICO NO AMBIENTE?

( ) SIM ( ) NÃO. QUAL? \_\_\_\_\_

6. TRABALHA COM A PORTA ABERTA OU FECHADA? \_\_\_\_\_

7 - ELEMENTOS EXTRAS:

( ) TELEFONE ( ) AR REFRIGERADO ( ) SOM AMBIENTE ( ) TELEVISÃO

( ) IMPRESSORA DE MICRO ( ) SUGADOR DE SALIVA

( ) OUTROS. QUAIS? \_\_\_\_\_

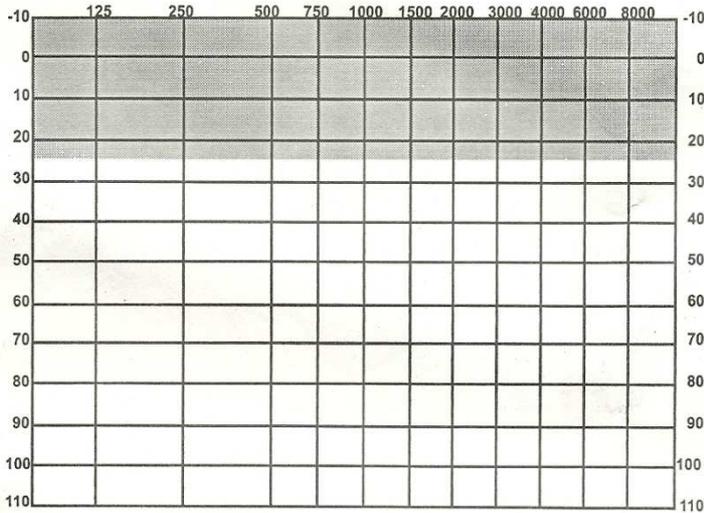
## Apêndice D

### Resultado da Imitanciometria e Audiometria

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

#### AUDIOGRAMA



Freqüência em Hertz (ciclos por segundo)

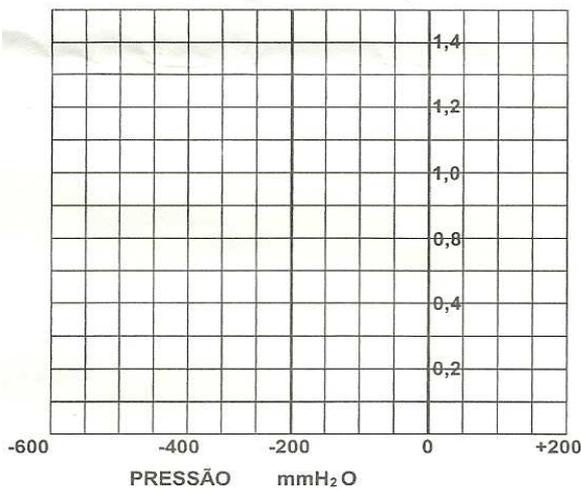
SRT	OD _____ dBNA	Mascaramento _____ dBWN
	OE _____ dBNA	_____ dBWN

DISCRIMINAÇÃO:	OD _____ dBNA	mon. _____ %	Mascaramento
		diss. _____ %	_____ dBWN
VOCAL	OE _____ dBNA	mon. _____ %	
		diss. _____ %	_____ dBWN

Mascaramento			
V. AÉREA:	OD _____	_____	dBNA
	OE _____	_____	dBNA
V. ÓSSEA:	OD _____	_____	dBNA
	OE _____	_____	dBNA

#### TIMPANOMETRIA

Aquiescência cm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>O  
(COMPLIANCE)



MEATOSCOPIA: \_\_\_\_\_

LAUDO: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**ANEXO**

## Anexo A



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE JOÃO PESSOA – UNIPÊ  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA  
CEP/UNIPÊ

### CERTIDÃO

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário de João Pessoa – CEP/UNIPÊ, em sua 35ª Reunião Ordinária realizada em 15.02.2011, com base na Resolução 196/96 de Conselho Nacional de Saúde/MS que regulamenta a ética na pesquisa envolvendo seres humanos, aprovou o parecer referente ao Projeto de Pesquisa “**As repercussões do ruído ocupacional na audição dos cirurgiões-dentistas das USF’s de João Pessoa – PB**” da pesquisadora responsável Priscilla Alves Nóbrega Gambarra.

Esta certidão é provisória, para fins de execução da referida pesquisa, ficando sob a responsabilidade da pesquisadora entregar ao CEP/UNIPÊ o relatório final de conclusão da pesquisa, ocasião em que será emitida certidão definitiva, nos termos das atribuições conferidas ao CEP pela Resolução já citada.

Encaminhe-se a pesquisadora interessada.

João Pessoa, 16 de Fevereiro de 2011.

  
Urânia Cátão Maribondo Frindade  
Vice-Coordenadora do CEP/UNIPÊ