

*Nelly Foster Ferreira*

**ANÁLISE DOS NÍVEIS DE RUÍDO PRODUZIDOS  
PELAS CANETAS DE ALTA ROTAÇÃO NAS  
FREQUÊNCIAS DE BANDAS DE OITAVAS E AS  
ATENUAÇÕES DOS PROTETORES AURICULARES.**

**ARAÇATUBA**

**2005**

*Nelly Foster Ferreira*

*Nelly Foster Ferreira*

**ANÁLISE DOS NÍVEIS DE RUÍDO PRODUZIDOS  
PELAS CANETAS DE ALTA ROTAÇÃO NAS  
FREQUÊNCIAS DE BANDAS DE OITAVAS E AS  
ATENUAÇÕES DOS PROTETORES AURICULARES.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia Preventiva e Social da Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE.

**Orientador: Prof. Dr. Artênio José Ispër Garbin**

**ARAÇATUBA**

**2005**

*Nelly Foster Ferreira*

# **Dedicatória**

*Nelly Foster Ferreira*

Dedico este trabalho,

Aos meus pais, **Newton** e **Sandra**, aqueles que sempre foram motivo de orgulho na minha vida pela simplicidade, honestidade, competência, dedicação, inteligência e caráter. Obrigado pelo amor constante.

A minha irmã, **Elen**, pelo companheirismo, amor, cuidado, incentivo e um exemplo de responsabilidade, o qual tenho admiração.

A minha vovó **Maria José** (*in memoriam*) e vovó **Delina**, que acompanham e iluminam todos os passos de minha vida.

A minha tia **Silvana** (*in memoriam*), por acompanhar e me apoiar sempre. A saudade de sua presença e alegria, ainda que recente, torna-se a cada dia maior.

Ao meu namorado, **Orlando Jr.**, pelo carinho, dedicação constante e pelo amor. Obrigada por todos momentos de felicidade.

A **Dra. Nemre** e **Dr. Orlando**, por me acolherem com muito carinho, cuidado e orientações em todos os momentos. Obrigada por estarem sempre presentes.

*Nelly Foster Ferreira*

# **Agradecimentos especiais**

*Nelly Foster Ferreira*

## A DEUS

“Quem abre seu coração a Cristo não só compreende o mistério da sua própria existência, mas também o da sua própria vocação e amadurece excelentes frutos de graça”

Papa João Paulo II

## **Agradecimentos especiais**

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Artênio José Iper Garbin**, pela orientação, competência, dinamismo e profissionalismo com que me conduziu na realização deste trabalho. Agradeço pela presença e aprendizado.

Aos Engenheiros **Newton Luiz Ferreira** e **Ryan Pinto Ferreira**, exemplos de profissionalismo, competência e inteligência, agradeço pela ajuda com carinho, suporte técnico e orientações para a realização deste trabalho.

À **Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Nemre Adas Saliba**, pela confiança depositada em mim, dedicação e cuidado por todos na qual convive, um exemplo a ser seguido;

Ao **Prof. Dr. Orlando Saliba**, por continuar formando profissionais e pela paciência a mim dedicada na análise estatística dos resultados deste trabalho;

À **Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Cléa Adas Saliba Garbin**, por ser um exemplo a ser seguido de organização, inteligência, amizade e acreditar em mim desde o começo;

À **Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Suzely Adas Saliba Moimaz**, pelo aprendizado, ensinamentos, orientação, inteligência na qual me espelho muito;

A toda **minha família**, Tia Suzete, Tio Paulo, Maurício, Tia Sônia, Tio Bacelo, Lucas, Jamile e Thominhas; Tio Dito e Tia Zilda; Tia Silvana, Daniel,

*Nelly Foster Ferreira*

Ariana, Rodolfo e Átila; por sempre acreditar e me incentivar em todos os momentos,

Ao **Ryan Pinto Ferreira**, meu irmão, pela dedicação, carinho e grandiosa ajuda na realização deste trabalho;

A toda **família Saliba**, Dra. Nemre e Dr Orlando, Júnior, Tânia e Sidney, Cléa, Artênio e Arteninho, Suzy, José Carlos, Daniella e José Carlinhos, Marcos e Juliana, agradeço pela convivência, apoio, carinho, acolhimento, pessoas que tenho muita admiração;

A **Regina Maura**, que me acompanha, alegre e incentiva todos os dias. Obrigada pela convivência sempre agradável.

*Nelly Foster Ferreira*

## **Agradecimentos**

A **UNESP** – Universidade Estadual Paulista, pela oportunidade de realizar este Curso;

Ao **Prof. Dr. Paulo Roberto Botacin** e ao **Prof. Dr. Célio Percinoto**, Diretor e Vice-diretor da Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual Paulista, campus de Araçatuba.

À **Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cléa Adas Saliba Garbin** e à **Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Suzely Adas Saliba Moimaz**, coordenadora e vice-coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Odontologia Preventiva e Social.

Aos Professores Doutores **Cléa Adas Saliba Garbin, Dóris Hissako Sumida, Eliel Soares Orenha, Maria Lúcia Marçal Mazza Sundfeld, Nemre Adas Saliba, Orlando Saliba, Renato Herman Sundfeld, Renato Moreira Arcieri, Silvio José Mauro, Suzely Adas Saliba Moimaz** e demais professores do Programa de Pós-Graduação em Odontologia Preventiva e Social.

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Odontologia Preventiva e Social, **Neusa Martins Rovina Antunes, Nilton César Souza, Sônia Maria Batista de Souza Costa** (*in memorian*) e **Valderez Freitas Rosa**.

Aos funcionários da Biblioteca da Faculdade de Odontologia da UNESP-Araçatuba, em especial à **Ana Cláudia Martins Grieger Manzatti** e à **Isabel Pereira de Matos**.

*Nelly Foster Ferreira*

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia da UNESP-Araçatuba, **Francisco Inácio Pinheiro, Marina Midori Sakamoto Kawagoe e Valéria de Queiroz Zagatto.**

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Odontologia Preventiva e Social, **Alessandra, Alessandro, Ana Paula, Ana Valéria, Andréia, Bruno, César, Cláudio, Daniela, Eduardo, Jeydson, Joildo, Karina, Keila, Livia, Lurdinha, Natanael, Patrícia, Ricardo, Ronald e Wanilda.**

Aos ex-alunos do Programa de Pós-Graduação em Odontologia Preventiva e Social, **Adriana, Antônio (Nino), Fabíola, Giancarlo e Renata.**

A **CAPES**, pelo financiamento da bolsa de estudos.

Á **Kavo do Brasil; Dabi atlante e Navy atram** pela participação nesta pesquisa.

Ao Diretor do CEB, Centro de Engenharia e Biomédica da Unicamp, **Prof. Dr. José Magalhães Bessani**, agradeço pelos aparelhos necessários para realização deste trabalho.

Ao Centro de Otorrinolaringologia e Cabeça e Pescoço do Hospital das Clínicas da Unicamp, **Prof. Dr. Agrício Nibiato Crespo, Fonoldiólogas Luciane Calonga e Silvia Badur Curi**, agradeço pelo espaço cedido da cabine audiométrica para realização deste trabalho.

A Diretora do COUTCA, Colégio Técnico de Campinas – Unicamp, **Prof<sup>a</sup>**

*Nelly Foster Ferreira*

**Vera Rubbioli**, agradeço a ajuda na concessão do aparelho de medição para realização deste trabalho.

A todos, que de alguma forma participaram deste para realização deste trabalho...

**... muito obrigada.**

*Nelly Foster Ferreira*

# Epígrafe

*Nelly Foster Ferreira*

*“Nem todos são chamados de artistas, no sentido específico do termo. Mas, segundo a expressão do Gênesis, todo homem recebeu a tarefa de ser artífice da própria vida: de certa forma, deve fazer dela uma obra de arte, uma obra prima”*

*Papa João Paulo II*

# LISTA DE FIGURAS

## Capítulo 1

- Figura 1 Gráfico dos danos causados por ruído em decibels (dB).  
Figura reproduzida de Souza, 2002. 33
- Figura 2 Figura esquemática da anatomia do ouvido humano.  
Legenda:1-Canal auditivo; 2-Tímpano; 3-Martelo; 4-  
Bigorna; 5-Estribio; 6-Cóclea; 7- Trompa de eustáquio; 8-  
Labirinto. 36

## Capítulo 2

- Figura 1 Universidade de Campinas – Unicamp, Hospital das  
Clínicas (HC), na área de Otorrinolaringologia e Cabeça e  
Pescoço. 76
- Figura 2 As três marcas de canetas de alta rotação. 77
- Figura 3 Cabine audiométrica vista interna (sala A2118-A da  
Otorrinolaringologia e Cabeça e Pescoço do HC –  
Unicamp). 78
- Figura 4 Vista externa da cabine audiométrica (sala A2118-A da  
Otorrinolaringologia e Cabeça e Pescoço do HC–  
Unicamp). 78
- Figura 5 Suprimento de ar sob compressão por bico de ar-  
comprimido, marca Douat, modelo CD70D, com pressão  
de ar de 60 a 80 PS. 79
- Figura 6 Manômetro, marca WIKA, de 0 a 7 kgf/cm<sup>2</sup> com  
subdivisões 0,25-0,25 e 0 a 100 PSI com subdivisões 50-  
50. 80
- Figura 7 Decibelímetro com filtro de banda de oitava e terça  
oitava, modelo DEC-5030, da INSTRUTHERM, digital. 81
- Figura 8 Calibrador acústico MSHA, marca Quest Technologies,  
modelo QC-10/QC20. 81
- Figura 9 Distância do aparelho de 20 cm da caneta de alta rotação. 82
- Figura 10 Instrumento de alta rotação fixada em uma espuma rígida  
a fim de evitar possíveis vibrações e interferências. 83
- Figura 11 Protetor auditivo CO-MAXXI, marca MAXXI ROYAL. 85
- Figura 12 Protetor auditivo Pomp PLUS. 86
- Figura 13 Protetor auditivo Dura PLUS (Duráveis). 86
- Figura 14 Protetor auditivo 3M 1270 , marca 3M. 87
- Figura 15 Valores do ruído produzido pelas três marcas de canetas  
de alta rotação expressos em decibels, nas 1/1 de bandas  
de oitavas (frequências), expressa Hertz. Campinas, HC –  
Unicamp, 2005. 89
- Figura 16 Atenuações em decibels produzidas pelo protetor  
auditivo, fornecidos pelo fabricante com CA's do Mte ,  
nas frequências expressas em Hertz. Mte, 2003. 96

\*continua

- Figura 17 Valores do ruído produzido pela caneta A de alta rotação expressos em decibels, nas 1/1 de bandas de oitavas (frequências), expressas Hertz e as atenuações produzidas com as 4 marcas de protetores auditivos. Campinas, HC – Unicamp, 2005. 97
- Figura 18 Valores do ruído produzido pela caneta B de alta rotação expressos em dB, nas 1/1 de bandas de oitavas (frequências), expressas Hertz e as atenuações produzidas com as 4 marcas de protetores auditivos. Campinas, HC – Unicamp, 2005. 98
- Figura 19 Valores do ruído produzido pela caneta C de alta rotação expressos em decibels, nas 1/1 de bandas de oitavas (frequências), expressas Hertz e as atenuações produzidas com as 4 marcas de protetores auditivos. Campinas, HC – Unicamp, 2005. 98

# LISTA DE TABELAS

## Capítulo 1

Tabela 1	Comparação entre os limites máximos de exposição diária permitida.	44
----------	--	----

## Capítulo 2

Tabela 1	Valores das médias gerais (Leq) expressos em decibels das três marcas de canetas de alta rotação. Campinas, HC – Unicamp, 2005.	89
Tabela 2	Resultados dos testes estatísticos obtidos referentes aos grupos comparados, nas frequências de 31,5 a 63 Hz, com suas probabilidades de ocorrência e suas significâncias, correspondentes aos dados observados constantes na Tabela 10. Campinas, HC – Unicamp, 2005.	90
Tabela 3	Resultados dos testes estatísticos obtidos referentes aos grupos comparados, nas frequências de 1000 a 8000 Hz, com suas probabilidades de ocorrência e suas significâncias, correspondentes aos dados observados constantes na Tabela 11. Campinas, HC – Unicamp, 2005.	92
Tabela 4	Atenuações em decibels produzidas pelo protetor auditivo, fornecidos pelo fabricante com CA's do Mte , nas frequências expressas em Hertz. Mte, 2003.	94
Tabela 5	Atenuações em decibels produzidas pelo protetor auditivo e desvio padrão, fornecidos pelo fabricante com CA's (nº 5745) do Mte , POMP Plus, marca Pomp do Brasil, nas frequências expressas em Hertz. Mte, 2003.	94
Tabela 6	Atenuações em decibels produzidas pelo protetor auditivo e desvio padrão, fornecidos pelo fabricante com CA's (nº 8092) do Mte , Dura Plus Plug, marca Balaska, nas frequências expressas em Hertz. Mte, 2003.	95
Tabela 7	Atenuações em decibels produzidas pelo protetor auditivo e desvio padrão, fornecidos pelo fabricante com CA's (nº 9584) do Mte , 3M 1270, marca 3M, nas frequências expressas em Hertz. Mte, 2003	95
Tabela 8	Atenuações em decibels produzidas pelo protetor auditivo e desvio padrão, fornecidos pelo fabricante com CA's (nº 11510) do Mte , CO-MAXXI, marca MAXXI ROYAL, nas frequências expressas em Hertz. Mte, 2003	95

\*continua

Tabela 9	Valores das médias gerais (Leq) expressos em decibels das quatro marcas de protetores auditivos. Campinas, HC – Unicamp, 2005.	96
Tabela 10	Valores calculados e observados das 30 amostragens das três canetas de alta rotação (A,B e C), referentes aos dados obtidos do Quadro 2. Campinas, HC – Unicamp, 2005.	118
Tabela 11	Valores calculados e observados das 30 amostragens das três canetas de alta rotação (A,B e C), referentes aos dados obtidos do Quadro 3. Campinas, HC – Unicamp, 2005.	119

# LISTA DE QUADROS

## Capítulo 2

Quadro 1	Comparação dos trabalhos em relação aos níveis de ruído produzidos por peças de mão de alta rotação.	101
Quadro 2	Valores das 30 amostragens do ruído produzido pela caneta A de alta rotação expressos em decibels, nas 1/1 de bandas de oitavas (frequências), expressas Hertz. Campinas, HC – Unicamp, 2005.	115
Quadro 3	Valores das 30 amostragens do ruído produzido pela caneta B de alta rotação expressos em decibels, nas 1/1 de bandas de oitavas (frequências), expressas Hertz. Campinas, HC – Unicamp, 2005.	116
Quadro 4	Valores das 30 amostragens do ruído produzido pela caneta C de alta rotação expressos em decibels, nas 1/1 de bandas de oitavas (frequências), expressas Hertz. Campinas, HC – Unicamp, 2005.	117

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

Bra. – Brasil

CA – Certificado de Aprovação

Caneta A – marca Dabi Atlante

Caneta B – marca Kavo

Caneta C – marca Navy atram

cm – centímetro

Curva (A) – Ruídos contínuos

Curva (C) - Ruídos de impacto

dB – decibel

EPI – Equipamento de Proteção Individual

EU – União Européia

EUA – Estados Unidos

FOA – Faculdade de Odontologia de Araçatuba

HC – Hospital das Clínicas

Hz - Hertz

KHz – Kilo Hertz

Leq –Nível de ruído equivalente contínuo, em dB(A).

$L_i$  - Cada um dos  $i$  diferentes valores do nível do ruído (A).

m – metro

Mte – Ministério do Trabalho e Emprego

MTLA – Mudança Temporária do Limiar de Audição

N - Número total de leituras do nível do ruído.

NR – Norma Regulamentadora

OSHA – Occupational Safety and Health Administration

PAIR – Perda Auditiva Induzida por Ruído

PPRA – Programa de Prevenção e Riscos Ambientais

PSI - Pounds per Square Inch

rpm – rotações por minuto

Unesp – Universidade Estadual Paulista

Unicamp – Universidade Estadual de Campinas

## NOTA EXPLICATIVA

Esta dissertação de mestrado foi elaborada em novo formato, de acordo com a sugestão do Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Odontologia Preventiva e Social da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP, visando facilitar futuras publicações e consultas a esse material. Está subdividida em 3 partes: dois capítulos redigidos como trabalhos independentes, de acordo com as normas internacionais de publicações em periódicos (Norma Vancouver), porém, com conteúdos intimamente relacionados e um anexo.

O capítulo 1 “O ruído no consultório odontológico: riscos e prevenção”, aborda os riscos na qual o cirurgião dentista está exposto no consultório, incluindo a descrição das normas de ruído e prevenção do mesmo, assim como, uma revisão da literatura enfocando os principais estudos.

O capítulo 2 “Análise dos níveis de ruído produzidos pelas canetas de alta rotação nas frequências de bandas de oitavas e as atenuações dos protetores auriculares”, aborda sobre os níveis de ruído de três diferentes marcas de canetas de alta rotação e verificar as atenuações dos protetores auriculares de quatro diferentes marcas, assim como, alertar os profissionais da área possíveis danos acarretados a saúde, advinda do excesso durante a clínica profissional.

*Nelly Foster Ferreira*

No anexo, encontram-se tabelas referentes aos dados obtidos gerais e resultados calculados referentes as frequências analisadas no presente estudo.

Esperamos que essa forma de apresentação possa contribuir para o aprendizado em redação de artigos científico por parte dos pós-graduandos, e na divulgação do conhecimento, objetivos importantes dos cursos de pós-graduação.

## SUMÁRIO

Resumo	24
Abstarct	26
Capítulo I “O ruído no consultório odontológico: riscos e prevenção”	27
Resumo	29
Abstract	30
Introdução	31
Considerações finais	51
Referências	52
Capítulo II - “Análise dos níveis de ruído produzido pelas canetas de alta rotação nas frequências de bandas de oitavas e as atenuações dos protetores auriculares”	58
Resumo	60
Abstract	61
Introdução	62
Revisão de Literatura	64
Objetivo	75
Materiais e Método	76
Análise dos Resultados	84
Resultados	88
Discussão	100
Conclusão	107
Referências	109
Anexos	114

# **Resumo**

*Nelly Foster Ferreira*

## Resumo

Ferreira NF. “Análise dos níveis de ruído produzidos pelas canetas de alta rotação nas frequências de bandas de oitavas e as atenuações dos protetores auriculares”. (dissertação). Araçatuba/SP: UNESP - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia de Araçatuba; 2005.

O aumento das fontes produtoras de ruído tem prejudicado a qualidade de vida dos profissionais, acelerando a deterioração do aparelho auditivo, podendo causar lesões irreversíveis, dependendo da intensidade do ruído e do tempo de exposição. O objetivo do presente estudo foi analisar o nível de ruído de 3 marcas diferentes de instrumentos de alta rotação, e identificar qual será o menos lesivo ao profissional e, ainda, verificar as atenuações produzidas por protetores auriculares tipo plug de 4 diferentes marcas e indicar o de maior eficiência na prática profissional. O instrumento utilizado foi um medidor de nível sonoro, decibelímetro com filtro de banda de oitava e terça oitava. Foram feitas no total de 740 medições, sendo que os resultados dessas medições foram analisados juntamente com as atenuações em decibels nas frequências de bandas de 1/1 oitavas das 4 marcas diferentes de protetores auriculares do tipo plug, disponíveis, atualmente, no mercado. Os resultados da aferição de ruído em média de 72,1dB para Caneta B; 79,8 dB para Caneta C e 80,8 dB Caneta A, não ultrapassam o limite de 85 dB, conforme a NR-15 da norma de Segurança e Medicina do Trabalho e, portanto, não sendo obrigatório o uso do protetor auditivo. No entanto todos os valores ficaram acima de 65 dB da norma NBR-10152 de conforto acústico. Em relação ao protetor auricular, pode-se observar que, a maior média apresentada foi da marca Pomp Plus (26,7 dB), seguido da Dura Plus Plug (25,6 dB), CO-MAXXI (24,8 dB) e 3M1270 (24,8 dB), no entanto, convém salientar que houve altos valores do desvio padrão nas atenuações em todas as frequências. Conclui-se que o profissional deve adotar medidas de comportamento preventivo, como o uso do protetor auricular, mesmo que não obrigatório, para evitar lesões auditivas ao longo de sua carreira.

**Palavras Chaves:** ruído, doenças ocupacionais, Perda Auditiva Induzida por Ruído, saúde ocupacional.

# **Abstract**

*Nelly Foster Ferreira*

## Abstract

Ferreira NF. “Analysis of the noise levels produced by the high speed handpieces in the frequencies of eighth bands and auditive protectors attenuations”. (Master degree). Araçatuba/SP: UNESP - São Paulo State University, Araçatuba Dentistry School; 2005.

The increase of the producing sources of noise has been harmful to the quality of professionals' life, speeding up the deterioration of the auditory device, it could be causing irreversible injuries, depending on the intensity of the noise and the exposition time. The objective of the present study was analyze the level of noise of 3 different marks of high speed handpieces, and to verify the attenuations produced for auditive protectors type plug of 4 different marks and to indicate the more efficiency in the practical professional. The instrument used was a sound level meter, with band of eighth filter. It had been made in the total of 740 measurements, being that the results of these measurements had been analyzed together with the attenuations in decibels in each frequency of the 4 different marks of auditive protectors, available, currently, in the market. The results of the measurements of noise in average of 72.1dB for high speed handpiece B, 79.8 dB for high speed handpiece C and 80.8 dB high speed handpiece A, and these values does not above 85 dB in accordance to NR-15 of the Security and Work Medicine Norms and does not obligate the use of auditive protector. However all the values had been above of 65 dB of the NBR-10152 norm of acoustic comfort. In relation to the auditive protector, it can be observed that, the presented average greater was of the mark Pomp Plus (26.7 dB), followed of Dura Plus Plug (25.6 dB), CO-MAXXI (24.8 dB) and 3M1270 (24.8 dB), however the standard deviation of the attenuations in all the frequencies is high values. It is concluded that the professional must adopt measured of preventive behavior, as the use of the auditive protector, exactly that not obligator, to prevent them about auditory injuries in all career.

**Keywords:** noise, occupational diseases, Hearing Loss Noise Induced, occupational health.

# Capítulo I

*Nelly Foster Ferreira*

**RUÍDO NO CONSULTÓRIO  
ODONTOLÓGICO: RISCOS E PREVENÇÃO.**

*Nelly Foster Ferreira*

## Resumo

Ferreira, NF. “Ruído no consultório odontológico: riscos e prevenção”. (dissertação). Araçatuba/SP: UNESP - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia de Araçatuba; 2005.

De acordo com os modernos padrões de conforto integral, os ambientes onde o cirurgião dentista vive e trabalha não podem estar sujeitos a grandes pressões acústicas. Dessa forma, nos consultórios, a propagação sonora deve ser controlada a fim de não causar prejuízos ao profissional, a equipe e a clientela; tais como estresse; estafa; irritabilidade; nervosismo e alterações na pressão arterial. A necessidade de controle do ruído, visando a conservação auditiva dos trabalhadores que permanecem em ambientes com níveis altos de ruído, tornou-se indiscutível. O controle do ruído é regulamentado por Normas de Segurança e Medicina do Trabalho. Assim como o controle, é importante a prevenção do ruído, por meio de medidas específicas como a utilização do protetor auricular. Portanto, o ruído por ser um problema ocupacional, e está apresentado neste capítulo seus riscos e prevenção, e ainda, ressaltando que a validade desta pesquisa é gerar comportamentos preventivos no cirurgião dentista, sendo que está exposto por um agente, muitas vezes, imperceptível e danoso.

**Palavras Chaves:** ruído, doenças ocupacionais, Perda Auditiva Induzida por Ruído, saúde ocupacional.

## **Abstract**

Ferreira NF. “Noise in the dental office: risks and prevention” (Master degree). Araçatuba/SP: UNESP - São Paulo State University, Araçatuba Dentistry School; 2005.

In accordance with the modern standards of integral comfort, the environments where the surgeon dentist lives and works cannot be citizens the great pressures acoustics. Of this form, in the dental offices, the sonorous propagation must be controlled and not cause damages to the professional, the team and the patient, such as stress, hard work, irritability, nervousness and alterations in the arterial pressure. The necessity of noise control aiming at the auditory conservation of the professionals, who remain in environments with high levels of noise, became unquestionable. The noise control is regulated by Security and Work Medicine Norms. As well as the control, the noise prevention is important, by means of specific measures as the use of auditive protector. Therefore, the noise for being a occupational problem, and is presented in this chapter its risks and prevention, and the validity of this research is to generate preventive behaviors in the surgeon dentist, still being that it is displayed by any agent, many times, imperceptible and harmful

**Keywords:** noise, occupational diseases, Hearing Loss Noise Induced, Occupational health.

## **Introdução:**

Som e ruído não são sinônimos. Ruído é um tipo de som, mas som não é necessariamente um ruído. Som é definido como variação da pressão atmosférica dentro dos limites de amplitude e bandas de frequências aos quais o ouvido responde. Para que qualquer som seja percebido, é preciso que ele esteja dentro da faixa de frequência captável pelo ouvido humano. Essa faixa, em ouvido normal, varia em média de 16 a 20.000 Hz<sup>1,2</sup>. O conceito de ruído é associado a som desagradável e indesejável<sup>1,3</sup>.

Duas são as características do ruído, intensidade e frequência<sup>1,4</sup>:

A intensidade pode ser definida como a quantidade de energia vibratória que se propaga nas áreas próximas, a partir da fonte emissora, podendo ser expressa em termos de energia (watt/m<sup>2</sup>) ou em termos de pressão (N/m<sup>2</sup> ou Pascal)

A frequência é representada pelo número de vibrações completas em um segundo, sendo uma unidade de medida expressa em Hertz (Hz).

O ruído pode ser classificado como<sup>1-3, 5, 6</sup>:

📍 Contínuo ou estacionário; ruído com pequenas variações dos níveis (até 3 dB) durante o período de observação, que não deve ser inferior a 15 minutos;

☉ Contínuo e flutuante ou intermitente: ruído cujo nível varia continuamente de um valor apreciável durante um período de observação e superior a um segundo (superior a 3 dB);

☉ Impacto ou impulsivo: ruído que se apresenta em picos de energia acústica, de duração inferior a um segundo e entre picos, também, inferiores a um segundo.

A medição de um ruído consiste em calcular quantas vezes uma determinada unidade está contida na grandeza a ser medida. A pressão sonora no ar representa a variação da pressão atmosférica em relação a um valor de referência, percebido pelo ouvido. O ouvido humano responde a uma larga faixa de intensidade acústica, desde o limiar da audição até o limite da dor como, por exemplo: na frequência de 1000 Hz a intensidade acústica capaz de causar a sensação de dor é de  $10^{14}$  vezes a intensidade capaz de causar sensação de audição. Pela dificuldade de se expressar números de ordens de grandezas tão diferentes em uma escala linear, utiliza-se, então, a escala logarítmica. Um valor de divisão adequado a esta escala seria log 10, sendo que a razão das intensidades do exemplo acima seria representado por log de  $10^{14}$ , ou 14 divisões de escala. Ao valor de divisão de escala log 10, dá-se o nome de Bel que é um valor de divisão de escala muito grande, por isso é utilizado o decibel (dB) que é um décimo do Bel. Um decibel, portanto, corresponde a  $10^{0,1} = 1,26$ , ou seja, é igual à

variação na intensidade de 1,26 vezes. Uma mudança de 3 dB corresponde a  $10^{0,3} = 2$ . Ao se dobrar a intensidade sonora, observa-se um acréscimo de 3 dB. Sempre que se observa um acréscimo de 3 dB no nível de pressão sonora, pode-se dizer que tem um risco duplicado. Outra observação importante, diz respeito à duplicação da distância da fonte emissora, que produz um decréscimo de 6 dB. Por exemplo: se uma fonte emite ruído avaliada em 82 dB a 4m, a 8 m de distância o nível de ruído será de 76 dB.

1 – 3, 5 - 7

A Figura 1 apresenta danos causados por ruído como limite da dor, ruído prejudicial e irritação, quando expostos as diferentes formas de ruído.



**Figura 1 – Gráfico dos danos causados por ruído em decibels (dB). Figura reproduzida de Souza <sup>7</sup>.**

## **O OUVIDO HUMANO: FISIOLOGIA E MECANISMOS DE AUDIÇÃO**

O ouvido humano é o mais sofisticado sensor de som. Devido à deterioração do sistema auditivo por exposição prolongada ao ruído, é necessário que se tenha conhecimento sobre o seu funcionamento e o comportamento do sistema de audição. Também é interessante saber as conseqüências do ruído no corpo humano.

O ouvido está contido no osso temporal e tem como funções principais o equilíbrio e a audição. Pode ser dividido em três partes: ouvido externo, médio e interno <sup>1,8</sup>. (conforme Figura 2).

O ouvido externo é constituído por três elementos: pavilhão da orelha, canal auditivo e tímpano. O pavilhão da orelha tem forma afunilada para coletar e transmitir as ondas sonoras que excitam o tímpano.

O ouvido médio atua como um amplificador sonoro, aumentando as vibrações que se propagam do tímpano através de ligações de três ossículos: Martelo, que bate contra a Bigorna que por sua vez está ligado com o Estribo. Esse último ossículo está ligado a uma membrana (na cóclea) chamada Janela oval. O ouvido médio contém importantes elementos para proteger o sistema de audição, como a Trompa de eustáquio, que tem como função manter o equilíbrio do ouvido médio igual

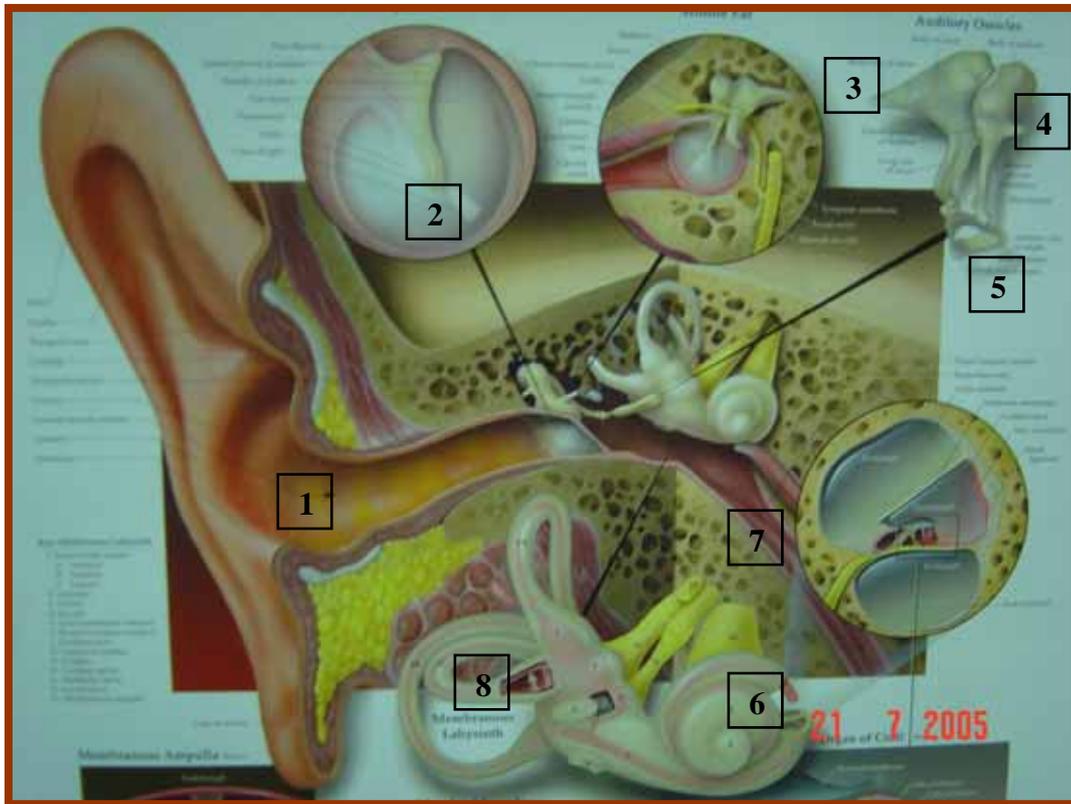
a pressão atmosférica, drenar secreções e estabelecer comunicação com a rinofaringe.

O ouvido interno capta os movimentos de vibração do tímpano e dos ossos do ouvido médio que são transmitidos por nervos até o cérebro. A cóclea é a parte responsável por colher estas vibrações. Este órgão é uma espiral cônica com três tubos comprimidos lado a lado. Os tubos de cima e de baixo comunicam-se com o ouvido médio através da Janela oval e Janela redonda, respectivamente. Ambos os tubos são cheios de líquidos chamados de Perilinf. O tubo do meio, Duto coclear, também é cheio de um fluído chamado Endolinf.

As vibrações da janela oval geram ondas de pressão que se propagam até a cóclea, e viajam ao longo do tubo superior. Neste processo, as paredes finas da cóclea vibram, e as ondas passam para o tubo central e depois para o tubo inferior até a janela redonda. As vibrações das membranas Basal e Tectória, em sentidos opostos, estimulam as células a produzirem sinais elétricos. As ondas percorrem distâncias diferentes ao longo da cóclea, com vários tempos de atraso, dependendo da frequência do som <sup>1,8</sup>.

A percepção da direcionalidade do som ocorre através do processo de correlação cruzada entre os dois ouvidos. A diferença de tempo entre a chegada do som num ouvido e no outro (ouvido esquerdo e

direito), fornece informação sobre a direção de chegada; por isso é necessário manter os dois ouvidos sem perda de sensibilidade <sup>1, 8</sup>.



**Figura 2 – Figura esquemática da anatomia do ouvido humano. Legenda:1-Canal auditivo; 2-Tímpano; 3-Martelo; 4-Bigorna; 5-Estribo; 6-Cóclea; 7- Trompa de eustáquio; 8-Labirinto.**

### **RUÍDO E SEUS EFEITOS:**

#### **Ruído e a Perda de Audição:**

A exposição ao ruído ou qualquer relação na sensibilidade de audição pode ocasionar a perda auditiva. Além deste fato, sérios danos à

saúde são desencadeados como: alterações no humor, sono, estresse, falta de atenção e concentração<sup>9,10</sup>.

Segundo Klinsler<sup>11</sup>, 1982, dano auditivo é um termo amplo para especificar a perda da habilidade de entender a fala. Esta perda pode ocorrer de duas maneiras: de forma traumática, através da agressão por alta intensidade de som, provocando rompimento do tímpano, danificando os ossículos, destruindo as células sensoriais. Este tipo de perda está associado a um evento particular. A outra maneira pela qual pode ocorrer a perda é através de agressões de menor intensidade, porém com grande frequência.

Com a criação do Comitê Nacional do Ruído e Conservação Auditiva<sup>7</sup>, um órgão multidisciplinar, e a realização do I Simpósio Brasileiro de Surdez Ocupacional, grande importância foi atribuída ao ruído e seus efeitos lesivos, assim como, a perda auditiva induzida por ruído relacionada ao trabalho. Esta foi definida como: 'Diminuição permanente ou progressiva da capacidade auditiva, como resultado da exposição ao ruído relacionado ao trabalho. Seu diagnóstico nosológico só pode ser estabelecido através do conjunto de dados que envolvam anamnese, exame físico e testes complementares<sup>7,12</sup>.

A exposição excessiva ao som destrói as terminações nervosas e pode causar lesões irreversíveis, dependendo da intensidade do ruído, entre

elas a PAIR- Perda Auditiva Induzida por Ruído. O tímpano, por sua vez, raramente é danificado<sup>9,10</sup>.

A PAIR é um comprometimento auditivo passível de prevenção, podendo acarretar várias alterações importantes que interferem no cotidiano das pessoas. Uma dessas alterações é a incapacidade, experimentado pelo indivíduo com relação à percepção da fala em ambientes ruidosos: televisão, música, alertas sonoros, etc<sup>12</sup>.

A PAIR tem como característica manifestar-se primeiro nas frequências de 3.000, 4.000 e 6.000 Hz e com agravamento da lesão estendendo-se a 8.000, 2.000, 1.000, 500 e 250 Hz, porém, necessita de algum tempo para atingir essas frequências<sup>12</sup>.

O primeiro efeito fisiológico de exposição a níveis altos de ruído, é a perda de audição. Geralmente este efeito é acompanhado pela sensação de percepção do ruído após o afastamento do campo ruidoso. Este efeito é temporário, e portanto, o nível original do limiar da audição é recuperado. Esta é a chamada mudança temporária do limiar de audição (MTLA). Se a exposição ao ruído é repetida antes da completa recuperação, a perda temporária da audição pode tornar-se permanente. As células nervosas no ouvido interno são danificadas, portanto o processo da perda de audição é irreversível<sup>13</sup>.

O ruído alto causa vibrações da membrana basal, que provocam o cisalhamento das células e conseqüentemente distorções das células pilares e das fibras nervosas.

O efeito por exposição ao ruído de impacto apresenta uma perda de até 55 dB nas faixas de frequências de 5 a 6 KiloHertz (KHz), para até 30 anos de exposição. O organismo humano vai sofrendo alterações com sua idade física, que se referem, principalmente, a processos de calcificação e de perda da elasticidade das fibras.

Quando isto acontece com as membranas do ouvido interno, principalmente com a basilar, produz-se uma alteração na sensibilidade e na audibilidade, que tem um caráter permanente. Esta alteração devida ao envelhecimento do corpo recebe o nome de presbiacusia, ou seja, uma perda de audição fisiológica<sup>2, 6, 14</sup>.

### **Ruído e efeitos extra-auditivos:**

Além dos efeitos do ruído na audição, pesquisadores têm compilado dados nos últimos 30 anos sobre o efeito de ruído no corpo humano. São conhecidos sérios efeitos tais como: aceleração da pulsação, aumento da pressão sangüínea e estreitamento dos vasos sangüíneos. Um longo tempo de exposição a ruído alto pode causar sobrecarga do coração

causando secreções anormais de hormônios e tensões musculares. O efeito destas alterações aparece em forma de mudanças de comportamento, tais como: nervosismo, fadiga mental, frustração, prejuízo no desempenho no trabalho, provocando também o absenteísmo<sup>15, 16</sup>. Existem queixas de dificuldades mentais e emocionais que aparecem como irritabilidade mal-ajustamento em situações diferentes e conflitos sociais entre operários expostos ao ruído<sup>1, 8, 10, 13</sup>.

Segundo Nepumuceno<sup>8</sup>, com relação à frequência sabe-se que as baixas frequências dão origem a distúrbios físicos como enjôos, ânsias e etc. Com o aumento da frequência os efeitos passam a ser de natureza nervosa e inclui neste efeito grande porcentagem do conteúdo emocional; como exemplo o barulho de ambulância, que dá ao ouvinte uma idéia desagradável e permanece numa região onde o ouvido apresenta grande acuidade, originando uma sensação muito maior que nas demais regiões. Por tal motivo, os sons de alta frequência são classificados como “extremamente desagradáveis”.

Conforme cita Lacerda<sup>17</sup>: “o ruído age sobre o organismo humano de várias maneiras, prejudicando não só o funcionamento do aparelho auditivo como comprometendo as atividades físicas, fisiológicas e mentais”.

A cronicidade dos efeitos do ruído, sendo necessários vários anos para a manifestação da surdez, e a dificuldade de estabelecer correlação direta com outras doenças como hipertensão e estresse, fazem do ruído um agente reconhecível, mas com repercussões pouco “visíveis”<sup>3</sup>.

### **O RUÍDO NA ODONTOLOGIA:**

Em estudo realizado por Valladares et al.<sup>9</sup>, que avaliaram 26 professores de odontologia submetidos a audiometria tonal e otoscopia, observaram que 46,15% apresentaram curvas compatíveis com PAIR-Perda Auditiva Induzida por Ruído.

A odontologia é uma profissão que pode gerar danos irreversíveis aos profissionais que a realizam. É importante observar que as possíveis marcas dos danos de trabalho só aparecerão ao final de sua carreira, quando a cegueira, a surdez ou os problemas lombares estiverem incorporados como fatores relacionados à idade e não decorrentes de um trabalho exercido por 30 anos, ou seja, durante cerca de 55440 horas<sup>12</sup>.

De acordo com Hopp<sup>18</sup>, ao final da década de 50, foi introduzido na odontologia um instrumento rotativo chamado de caneta ou turbina de alta rotação (o “motorzinho”). Considerado uma conquista tecnológica para o uso em todas as áreas da odontologia curativa, de imediato foi

notado o alto nível de ruído emitido, próximo de 100 dB e em alta frequência, acima de 6000 Hz. Esta foi a primeira evidência conclusiva de que a exposição a este tipo de ruído poderia causar danos a audição<sup>19</sup>.

O ruído das canetas alta e baixa rotação e compressores podem dificultar a concentração, ocasionando erros, desperdícios e acidentes por distração, provocando dessa forma uma diminuição da produtividade<sup>20</sup>.

A prática odontológica, conjugada com condições de trabalho inadequadas aumenta a exposição do profissional a situação de risco, embora muitos profissionais da odontologia não se considerem trabalhadores, o que tem levado a sub-notificação dos acidentes de trabalho e/ou doenças profissionais que acometem os cirurgiões dentistas<sup>21</sup>.

O ruído está em crescimento com a evolução dos tempos, sendo um fato incontestável em nossa civilização, como a poluição sonora nas grandes cidades. O cirurgião-dentista está sendo, então, duplamente afetado: no seu trabalho e na vida social<sup>12</sup>.

No seu consultório, deve como primeira medida de prevenção diminuir o nível de ruído dos aparelhos, pois está exposto a várias fontes produtoras de ruídos<sup>22</sup>.

Os instrumentos de alta e baixa rotação, classificados como ruído intermitente e contínuo, vem preocupando, de sobremaneira, os

profissionais da área odontológica <sup>23</sup>, pois segundo eles é o grande responsável por alterações auditivas surgidas com o passar dos anos <sup>24</sup>.

Sem dúvida, o aparelho mais usado pelo cirurgião-dentista é a caneta de alta rotação, portanto deve produzir uma intensidade menor possível de ruído <sup>22, 25</sup>.

Estudo de Saquy et al.<sup>26</sup> testaram a intensidade de ruído de canetas de alta rotação e concluíram que o menor nível de ruído é provocado pelas canetas da marca Dabi Atlante.

## **REGULAMENTAÇÕES QUANTO AOS NÍVEIS DE RUÍDO EM FUNÇÃO DO TEMPO**

Como os níveis de ruído variam de maneira aleatória no tempo, utiliza-se medir os níveis equivalentes, chamados de Leq, expressa em dB, que representa a média de energia sonora durante um intervalo de tempo. É o método de análise de valores médios através da aproximação matemática. Este valor já é calculado automaticamente por alguns instrumentos de medição de ruído. A dose de ruído é uma variante do nível equivalente, com o tempo de medição fixado de 8 horas, tempo máximo normalmente estabelecido para limites de tolerância, conforme Tabela 1.

**Tabela 1 – Comparação entre os limites máximos de exposição diária permitida.**

<b>Leq (Bra.)</b>	<b>Leq (EU)</b>	<b>Leq (EUA)</b>	<b>Tempo de exposição diária máxima</b>
<b>85 dB</b>	<b>85 dB</b>	<b>90 dB</b>	<b>8 horas</b>
<b>90 dB</b>	<b>88 dB</b>	<b>95 dB</b>	<b>4 horas</b>
<b>95 dB</b>	<b>91 dB</b>	<b>100 dB</b>	<b>2 horas</b>
<b>100 dB</b>	<b>94 dB</b>	<b>105 dB</b>	<b>1 hora</b>
<b>105 dB</b>	<b>97 dB</b>	<b>110 dB</b>	<b>30 minutos</b>
<b>110 dB</b>	<b>100 dB</b>	<b>115 dB</b>	<b>15 minutos</b>

(Bra.) Legislação Brasileira – NR 15 anexo 1 <sup>27</sup>.

(EU) Legislação Européia<sup>1</sup>.

(EUA) Legislação Americana OSHA <sup>28</sup>.

Visando a conservação auditiva daqueles que permanecem em ambientes com níveis elevados de ruído, principalmente nos ambientes industriais, apareceu a necessidade de controlar a exposição. A regulamentação brasileira em relação a exposição do ruído está descrita na Norma Regulamentadora NR-15 - “Atividades e Operações Insalubres” da Portaria nº 3.214/78 do Ministério do Trabalho <sup>27</sup>. O anexo 1 estabelece como limite máximo de ruído contínuo ou intermitente tolerável durante 8 horas 85 dB. Não é permitida a exposição a níveis de ruído acima de 115 dB para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos. O anexo 2

desta norma estabelece como limite de tolerância 130 dB para o ruído de impacto.

A Organização Mundial de Saúde considera que o início do estresse auditivo se dá sob exposições a 55dB <sup>29</sup>.

O ruído faz parte das condições insalubres que necessitam de uma avaliação quantitativa. Vidal, citado por Mattos <sup>30</sup>, descreve salubridade como: “A salubridade de um ambiente corresponde a preservação da saúde do trabalhador pela ausência de fatores agressivos (acústicos, térmicos, atmosféricos, tóxicos, etc.). A maioria dos fatores agressivos, presentes nos ambientes de trabalho, tem efeitos mediatos, porém acumulativos, agravando o quadro clínico de um trabalhador até os limites de sua resistência, acarretando a doença”.

No que tange as condições de acústica, para que o trabalho seja executado de maneira segura e eficiente, deve apresentar um nível de ruído aceitável de 65 dB, ou seja, de conforto acústico, como preconiza a NR-17 <sup>27</sup>. Já de acordo com a NBR-1015 <sup>31</sup>, a área de espera do paciente deve apresentar um nível de ruído aceitável de 40 a 50 dB (A), e para isso a criação de uma barreira acústica que evite a irradiação do som possibilitando uma maior tranquilidade para o paciente, pois os barulhos internos servem para aumentar a apreensão e o grau de irritabilidade do paciente.

Além dessas normas regulamentadoras, leva-se em consideração durante uma avaliação de ruído no âmbito da odontologia, a NR-9, que trata do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) e estabelece em 80 dB o nível de pressão sonora, a partir do qual o profissional deve apresentar alguma medida de controle para que o ruído seja atenuado<sup>27</sup>.

A NBR ISSO 7785-1 da Abnt<sup>32</sup>, específica para turbinas de ar de alta rotação recomenda que a pressão sonora de ar deste instrumento, não deve exceder o nível de ruído em 80 dB. Consta ainda, uma NOTA, onde é recomendado reduzir este nível a 65 dB.

O uso de materiais isolantes e absorventes deve ser utilizado como medida preventiva à diminuição do nível de ruído no ambiente. Através da NR-6<sup>27</sup>, o Ministério da Saúde aponta como equipamento de proteção individual (EPI) o uso do protetor auricular, quando o nível de pressão sonora estiver superior ao estabelecido pela NR-15, ou seja 85 dB<sup>27</sup>. Porém, para Saquy et al.<sup>26</sup>, o protetor auricular dificulta a comunicação profissional/paciente, e para Souza et al.<sup>33</sup>, provoca sensação de isolamento profissional.

## **PREVENÇÃO DO RUÍDO:**

Desde o ano de 1700, com Ramazzini <sup>34</sup>, a “obturação” dos ouvidos com algodão para evitar os efeitos lesivos do ruído, já era recomendada. Atualmente, são encontrados protetores auriculares tipo plug, que é considerado um Equipamento de Proteção Individual (EPI) e visto como uma solução preventiva. Nos trabalhos de Cooperman <sup>35</sup>, Krammer <sup>36</sup>, Standford e Standford <sup>37</sup> podem-se observar o estímulo para que os profissionais de Odontologia incorporem mais este EPI ao seu arsenal necessário para realização de suas atividades.

A utilização deste EPI pelo profissional pode, às vezes, causar inconvenientes como: dificultar a sua comunicação com o paciente <sup>38</sup> e aumentar a sensação de isolamento <sup>33</sup>.

Segundo Reston et al. <sup>24</sup>, os protetores auriculares são importantes para amenizar o desconforto provocado pelo ruído, porém parecem não ser essencial para estes procedimentos, que em estudo realizado através de medições do nível de ruído provocado por 150 instrumentos rotatórios de alta e baixa rotação em clínica universitária e em consultórios odontológicos, verificou-se que o ruído não ultrapassou a máxima exposição diária permitida de 85 dB para o período de 8 horas.

A realização de exames audiométricos de controle para os profissionais de odontologia já era recomendada desde 1959, com a publicação do Council of Dental Research <sup>39</sup>. Cooperman <sup>35</sup> e Park <sup>40</sup>, em suas publicações reafirmaram esta recomendação. Este último autor enfatiza que, apesar de serem contraditórias as avaliações sobre perda auditiva em cirurgiões dentistas, existe um risco em potencial e ressalta ainda que, se somente 1 cirurgião dentista em 100 for afetado pelo ruído, estatisticamente ele não é um problema, mas se você for este um, as perspectivas são outras.

Em 1974, o Council of Dental Materials and Devices <sup>41</sup>, publicou recomendações de medidas preventivas para atenuação do ruído em consultórios odontológicos:

- ☉ Ótima manutenção do equipamento de alta rotação;
- ☉ Redução do ruído ambiental, com tratamento acústico e localização racional do compressor;
- ☉ Utilização de protetor individual.

Apesar de estudos <sup>12, 23 - 25</sup> mostrarem que o nível de ruído do consultório odontológico não ultrapassam, normalmente, o limite preconizado pela NR-15 (85 dB), é importante o uso do protetor auditivo para a prevenção e maior conforto para o cirurgião dentista, visto que a NR-17 especifica o conforto acústico em um nível menor, 65 dB. Tendo,

portanto, o protetor auditivo a função de atenuar o ruído produzido pelos inúmeros agentes no consultório odontológico<sup>18,42</sup>.

Os trabalhos de Steagall<sup>43</sup> e Krammer<sup>36</sup> descrevem a necessidade de mobilização da indústria odontológica para redução dos níveis nos prospectos das peças existentes no mercado.

Para exposição de ruído, felizmente, já existe tecnologia apropriada para reduzir o risco usando um processo de trabalho mais silencioso, tais como: alterar ou enclausurar o equipamento e usar materiais absorventes que previnam a dissipação do som<sup>7</sup>.

Não existe cura para a maioria dos efeitos produzidos pelo ruído, sendo, portanto, a prevenção o único meio para se evitar o dano à saúde<sup>44</sup>.

Souza<sup>7</sup>, recomenda um trabalho multidisciplinar, com sólido conhecimento de acústica aplicada para estabelecimento de um consultório ideal, e recomendam um programa de conservação auditiva embasada na proposta da OSHA<sup>28</sup>, Gerges<sup>2</sup> e Santos<sup>1</sup>. Esta proposta contempla:

- Avaliação e monitoramento da Exposição, com objetivo de conhecer o ambiente de trabalho, ritmo de jornada e organização

- Medidas de controle ambiental, que procuram através de modificações ou mudanças nos equipamentos, alterações na emissão do ruído na fonte e na transmissão, reduzindo o ruído que atinge o ouvido do profissional.

☉ Medidas organizativas, que objetivam modificar o esquema de trabalho na tentativa de reduzir a exposição, por exemplo, intercalar no agendamento dos pacientes, consultas que necessitam da utilização da caneta de alta rotação, com consultas que não necessitam.

☉ Avaliação audiométrica periodicamente, com orientação médica.

☉ Educação, que durante o processo formativo, os futuros profissionais de odontologia sejam informados dos riscos à exposição, das medidas de controle ambiental, organizativo e pessoal, bem como da legislação trabalhista.

A autora ainda recomenda um processo de mudança do ensino, inserindo na grade curricular dos cursos de odontologia, uma nova Disciplina, a Saúde do trabalhador. A responsabilidade de conceituar e identificar os desafios da área dentro do processo de trabalho destes profissionais em formação deve estar inserido nesta disciplina.

## **Considerações Finais:**

A validade desta pesquisa está ligada à possibilidade de gerar comportamentos preventivos no cirurgião-dentista durante a realização de suas tarefas diárias; o que pode levar os profissionais de odontologia a questionar algumas práticas rotineiras do processo de trabalho e adotar medidas de prevenção, como o uso do protetor auditivo, fazendo com que ele tenha uma melhor qualidade de vida.

Verifica-se, portanto, pela revisão bibliográfica que o cirurgião dentista está exposto a um agente invisível, o ruído, imperceptível, entretanto danoso à saúde do profissional.

## Referências:

- 1- Santos UP Ruído. Riscos e prevenção. 3ªed. São Paulo: Ed.Hucitec, 1992.
- 2- Gerges S. Ruído. Fundamentos e Controle. 1ª ed. Florianópolis: Ed. Imprensa Universitária – UFSC; 1992.
- 3- Azevedo AP, Marata TC, OkamotoV, Santos UP. Ruído – Um problema na saúde pública. *In:*Buchinelli JT (org). Isto é trabalho de gente? Petrópolis: Ed Vozes; 1994. p 403-35.
- 4- Shinohara EH, Mitsuda ST. Trauma acústico na Odontologia. *Rev. CROMG* 1998; 4(1):42-5.
- 5- Camarotto JA. Uso de protetores auriculares: Estudo e avaliação. [dissertação] Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE; 1983.
- 6- Camarotto JA. Ruído Industrial. São Carlos: Ed Mímeo – UFSC; 1985.
- 7- Souza HMMR. Análise experimental dos níveis de ruído produzidos por peças de mão de alta rotação em consultórios odontológicos: possibilidade de humanização do posto de trabalho do cirurgião dentista. [tese]. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública; 1998.

- 8- Nepomuceno LX. Barulho industrial. Associação brasileira para prevenção de acidentes. 1 ed. São Paulo: Fundacentro, 1984.
  
- 9- Valladares CO, Souza HMMR, Assunção ARM. Implantação do programa de conservação auditiva da FO-UERJ: exames audiométricos. *Pesqui Odontol Bras* 2002; 16 (ia 188):55.
  
- 10- Berbare GM, Nader HA. O ruído produzido pelo motor de alta rotação pode provocar algum prejuízo auditivo? *Rev Assoc Paul Cir Dent* 2002; 56(3):203.
  
- 11- Kinsler LE, Fey AR, Coppens AB, Sanders J. *Fund Acoust.* Ed: John Willy e Sons; 1982. p.279-312.
  
- 12- Souza HMMR, Mattos UAO, Nunes FP. Nível de ruído produzido por turbina de alta rotação em consultório odontológico. *Rev Bras Odontol* 2002; 59(3):169-72.
  
- 13- Alexandry FG. O problema do ruído industrial e seu controle. 1ª ed. São Paulo: Fundacentro, 1985.
  
- 14- Paparella MM. *Otorrinolaringologia.* 1ªed. Rio de Janeiro: Ed Interamericana; 1979.

15- Mazzilli LEN. Odontologia do trabalho. 1ª ed. São Paulo: Ed Santos. 2003.

16- Martins RJ, Garbin CAS, Garbin AJI, Moimaz SAS. Ausenteísmo odontológico y médico en el servicio público y privado. Rev ADM 2005; 67(4):142-7.

17- Lacerda AP. O ruído e seus efeitos nocivos sobre o organismo humano. Rev Brás Otorrinol 1971; 37:281-8.

18- Hopp ES. Acoustic trauma in high-speed dental drills. Laryngoscope 1962; 72:821-7.

19- Taylor W, Person NJ, Mair A. The hearing threshold levels of dental practitioners exposed to air turbine drill noise. Brit Dent J 1965; 118(1):206-10.

20- Boacnin SB. Q ruído ocupacional e suas seqüelas. J Assoc Paul Cir Dent 1999; 10: 43.

21- Araújo ME. Saúde do trabalhador dentista. J Assoc Paul Cir Dent 2001; 2:14.

22- Saquy PC, Cruz Filho AM, Sousa Neto MD, Pécora JD. Ergonomia e as doenças ocupacionais do cirurgião dentista - Parte I - Introdução e agentes físicos. ROBRAC 1996; 6(9):25-7.

- 23- Bahannan S, Abd A, Hamid E, Bahnassy A. Noise level of handpieces and laboratory. *J Prosthetic Dent* 1993; 70(4):356-60.
- 24- Reston EG. Aferição do nível de ruído provocado por instrumentos de alta e baixa rotação. *JBC - Rev Bras Clin Integr* 2001; 5(26):133-5.
- 25- Garbin AJI, Garbin CAS, Ferreira NF, Ferreira NL. O Ruído no consultório odontológico: um problema ocupacional. *Rev Fac Odontol Anápolis* 2004; 6(1): 43-5.
- 26- Saquy JD, Pécora JD, Sobrinho JS. Iluminação do consultório odontológico. *Rev Assoc Paul Cir Dent* 1994; 48(5):1467-71.
- 27- Brasil. Segurança e medicina do trabalho. 49ª ed. São Paulo: Ed. Atlas. 2001.
- 28- OSHA – Occupational Safety and Health Administration. *Am Soc Saf Eng* 1984; 112-17.
- 29- Especial. Inimigo invisível. *Rev Prot* 1993; 22(5):75-4.
- 30- Mattos UA. Introdução ao estudo da questão saúde e trabalho. 1ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Mímeo – Fiocruz – CESTEHE; 1992.
- 31- Abnt - Associação Brasileira De Normas Tecnicas. Níveis de ruído para contorto acústico ABNT 101152. Rio de Janeiro, 1987.

32- Abnt - Associação Brasileira De Normas Tecnicas. NBR ISO 7785-1 Peças de mão odontológicas. Parte I: Turbinas de ar de alta rotação. Rio de Janeiro, 1999.

33- Souza HMMR. Ruído: o inimigo invisível. Visão do cirurgião-dentista. Rev Bras Odontol 1997; 54(2):97-101.

34- Ramazzini B. As doenças dos trabalhadores. 1ª ed. São Paulo: Fundacentro; 1985.

35- Cooperman HN Defness to the dentist caused by high speed handpieces. Park Dent Rev 1965; 15:108-110.

36- Krammer R. High speed equipament and dentists' health. J Prot Dent 1968; 19(1):46-50.

37- Standford CM, Standford JW. Assessment of noise reducing devices for the dental office personnel. Quint Int 1997; 18(1):789-92.

38- Nogueira DP. Riscos ocupacionais de dentistas e sua prevenção. Rev Bra Saúde Ocup 1983; 41(11):16-24.

39- Council of Dental Research. Sound hazard of high speed cutting instruments. J Am Dent Assoc 1959; 58:145.

40- Park PR. Effects of sound on dentists. Dent Clin North Amer 1978; 22(3):415-28.

41- Council on Dental Material and Devices. Noise control in dental operatory. J Am Dent Assoc 1974; 89:1384-85.

42- Garbin AJI, Garbin CAS, Presta AA, Dossi AP . – Doenças ocupacionais – prevenção na prática odontológica. 1ª ed. Gráfica Folha da Região: Araçatuba, 2003.

43- Steagall L. Ruído dos aparelhos de alta rotação. Rev Assoc Paul Cir Dent 1967; 21(2):47-58.

44- Lusvarghi L. Cuide-se bem : profissional saudável não tem idade. Rev Assoc Paul Cir Dent 1999; 53(2):89-100.

## **Capítulo II**

*Nelly Foster Ferreira*

**ANÁLISE DOS NÍVEIS DE RUÍDO PRODUZIDOS  
PELAS CANETAS DE ALTA ROTAÇÃO NAS  
FREQUÊNCIAS DE BANDAS DE OITAVAS E AS  
ATENUAÇÕES DOS PROTETORES AURICULARES.**

## Resumo

Ferreira NF. “Análise dos níveis de ruído produzidos pelas canetas de alta rotação nas frequências de bandas de oitavas e as atenuações dos protetores auriculares”. (dissertação). Araçatuba/SP: UNESP - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia de Araçatuba; 2005.

O aumento das fontes produtoras de ruído tem prejudicado a qualidade de vida dos profissionais, acelerando a deterioração do aparelho auditivo, podendo causar lesões irreversíveis, dependendo da intensidade do ruído e do tempo de exposição. O objetivo do presente estudo foi analisar o nível de ruído de 3 marcas diferentes de instrumentos de alta rotação, e identificar qual será o menos lesivo ao profissional e, ainda, verificar as atenuações produzidas por protetores auriculares tipo plug de 4 diferentes marcas e indicar o de maior eficiência na prática profissional. O instrumento utilizado foi um medidor de nível sonoro, decibelímetro com filtro de banda de oitava e terça oitava. Foram feitas no total de 740 medições, sendo que os resultados dessas medições foram analisados juntamente com as atenuações em decibels nas frequências de bandas de 1/1 oitavas das 4 marcas diferentes de protetores auriculares do tipo plug, disponíveis, atualmente, no mercado. Os resultados da aferição de ruído em média de 72,1dB para Caneta B; 79,8 dB para Caneta C e 80,8 dB Caneta A, não ultrapassam o limite de 85 dB, conforme a NR-15 da norma de Segurança e Medicina do Trabalho e, portanto, não sendo obrigatório o uso do protetor auditivo. No entanto todos os valores ficaram acima de 65 dB da norma NBR-10152 de conforto acústico. Em relação ao protetor auricular, pode-se observar que, a maior média apresentada foi da marca Pomp Plus (26,7 dB), seguido da Dura Plus Plug (25,6 dB), CO-MAXXI (24,8 dB) e 3M1270 (24,8 dB), no entanto, convém salientar que houve altos valores do desvio padrão nas atenuações em todas as frequências. Conclui-se que o profissional deve adotar medidas de comportamento preventivo, como o uso do protetor auricular, mesmo que não obrigatório, para evitar lesões auditivas ao longo de sua carreira.

**Palavras Chaves:** ruído, doenças ocupacionais, Perda Auditiva Induzida por Ruído, saúde ocupacional.

## Abstract

Ferreira NF. “Analysis of the noise levels produced by the high speed handpieces in the frequencies of eighth bands and auditive protectors attenuations”. (Master degree). Araçatuba/SP: UNESP - São Paulo State University, Araçatuba Dentistry School; 2005.

The increase of the producing sources of noise has been harmful to the quality of professionals' life, speeding up the deterioration of the auditory device, it could be causing irreversible injuries, depending on the intensity of the noise and the exposition time. The objective of the present study was analyze the level of noise of 3 different marks of high speed handpieces, and to verify the attenuations produced for auditive protectors type plug of 4 different marks and to indicate the more efficiency in the practical professional. The instrument used was a sound level meter, with band of eighth filter. It had been made in the total of 740 measurements, being that the results of these measurements had been analyzed together with the attenuations in decibels in each frequency of the 4 different marks of auditive protectors, available, currently, in the market. The results of the measurements of noise in average of 72.1dB for high speed handpiece B, 79.8 dB for high speed handpiece C and 80.8 dB high speed handpiece A, and these values does not above 85 dB in accordance to NR-15 of the Security and Work Medicine Norms and does not obligate the use of auditive protector. However all the values had been above of 65 dB of the NBR-10152 norm of acoustic comfort. In relation to the auditive protector, it can be observed that, the presented average greater was of the mark Pomp Plus (26.7 dB), followed of Dura Plus Plug (25.6 dB), CO-MAXXI (24.8 dB) and 3M1270 (24.8 dB), however the standard deviation of the attenuations in all the frequencies is high values. It is concluded that the professional must adopt measured of preventive behavior, as the use of the auditive protector, exactly that not obligator, to prevent them about auditory injuries in all career.

**Keywords:** noise, occupational diseases, Hearing Loss Noise Induced, Occupational health.

## **Introdução:**

O aumento das fontes produtoras de ruído tem prejudicado a qualidade de vida dos profissionais, acelerando a deterioração do aparelho auditivo. Por isso, vem crescendo a preocupação com os ruídos presentes no ambiente de trabalho <sup>1</sup>.

De acordo com os modernos padrões de conforto integral, os ambientes onde o cirurgião dentista vive e trabalha não podem estar sujeitos a grandes pressões acústicas. Dessa forma, nos consultórios, a propagação sonora deve ser controlada a fim de não causar prejuízos ao profissional, a equipe e a clientela; tais como estresse; estafa; irritabilidade; nervosismo e alterações na pressão arterial <sup>2,3</sup>.

A exposição excessiva ao som destrói certas terminações nervosas e pode causar lesões irreversíveis, dependendo da intensidade do ruído e do tempo de exposição <sup>4</sup>.

É indiscutível que a saúde física e o bem estar psíquico do profissional é tão importante quanto sua preocupação na melhoria teórica e científica. Transformar o consultório em um local confortável do ponto de vista ergonômico, é obrigação intransferível do profissional <sup>5</sup>. A

profissão pela sua característica liberalista, permite que o próprio cirurgião dentista cuide de sua proteção<sup>4,5</sup>.

Estes profissionais estão sujeitos a uma série de cargas de trabalho, que na sua maioria passam despercebidas na prática diária, sendo importante que o profissional passe a entender melhor o seu processo e ambiente de trabalho para exercer um legítimo controle do mesmo<sup>6</sup>.

É importante enfatizar que a maior inquietação destes profissionais na sua prática é o ruído produzido por canetas de alta rotação, no entanto, não se trata de um perfil de pesquisa epidemiológica ou audiológica, mas uma pesquisa ligada à acústica e tipo de estudo laboratorial.

## **Revisão de Literatura:**

O ruído é um estímulo desnecessário ou indesejável, que pode atrapalhar a percepção do sinal do som<sup>3</sup>. Assim, a mesma música que pode ser agradável para uma pessoa, pode ser considerada um ruído pelo vizinho, que está interessado em assistir TV<sup>3,5</sup>.

No final da década de 50, houve um interesse em estudos sobre a PAIR - Perda Auditiva Induzida por Ruído, nos profissionais da odontologia. O cirurgião dentista está exposto, diariamente, ao ruído produzido pelos equipamentos, entre eles a turbina de alta rotação, compressores de ar e sugadores de saliva<sup>2,7</sup>.

A primeira turbina real, de peça de mão sem engrenagem foi desenvolvida no início dos anos 50 pelo Dr. Robert J Nelsen, quando ele era empregado no Dental Research Unit of Washington's National Bureau of Standards. Sua máquina de pressão de água usava uma bomba impulsora de 1.6 galões por minutos para rodar uma pequena turbina na cabeça da peça de mão. Ela foi comercializada em 1954 com o nome de Turbi-jet, mas a sua rotação máxima era somente de 60000 rpm. Dois anos antes, Ivor Norlen da Suécia garantiu uma patente nos EUA de uma peça de mão de pressão de ar. A força motora era transmitida através de uma série de engrenagens na cabeça da peça de mão que segurava a broca. Em 1957, a

grande evolução aconteceu com a introdução pela SS White Company da Borden Airtor, a primeira peça de mão movida a ar com sucesso, que desenvolvia velocidade de 300.000 rpm e não usava nenhuma engrenagem. Desde então as peças de mão têm sido pouco modificadas, em todos os novos modelos utilizados há uma pequena turbina, diretamente acionada por um compressor de ar <sup>8</sup>. As peças de mão de alta rotação atualmente no mercado variam de 380.000 a 420.000 rpm.

O aparecimento das turbinas pneumáticas e motores especiais de alta velocidade angular, peças indispensáveis aos consultórios odontológico, complicou o problema da supersonorização dos ambientes de trabalho <sup>5</sup>.

Os ruídos contínuos ou repetidos em pequenos intervalos, perturbam muito mais, do que os ruídos de forte intensidade, que tem curta duração e se repetem em grandes intervalos. Um mesmo ruído é também, mais perturbador em recinto fechado, do que em local aberto, por causa da reverbação <sup>9,10</sup>.

O ruído das turbinas pode ser direto ou indireto. Os ruídos diretos são aqueles oriundos de um aparelho ou uma fonte qualquer que chegam ao ouvido, e perdem seu efeito a uma distância de aproximadamente 11 metros, pois sua energia praticamente, transforma-se

em calor. O ruído indireto é o mais prejudicial, uma vez que pode atingir o nível elevado, por falta de tratamento acústico <sup>5</sup>.

Para realizar a medição do nível de ruído de um ambiente de trabalho, existe uma variedade de equipamentos. A sua escolha vai depender do dado que se deseja obter, assim como do tipo de ruído que se deseja avaliar <sup>11</sup>. Os três instrumentos mais freqüentemente utilizados são: medidor de nível de pressão sonora, dosímetro e analisadores de freqüência. O medidor de nível de pressão sonora registra, de forma direta, o nível da pressão sonora de um fenômeno acústico. Estes possuem filtros de compensação para freqüência e circuitos de resposta, que simulam o comportamento do ouvido humano, registrando o nível de pressão sonora efetivo, independente da faixa de freqüência que o ruído é emitido.

O outro equipamento que é bastante utilizado para determinação do nível de ruído é o dosímetro, um monitor de exposição que acumula os ruídos constantes, capazes de expressar a dose acumulada durante o tempo de funcionamento e projetada para a jornada de trabalho (Leq). Este equipamento é capaz de avaliar os ruídos contínuos, que é expresso pela curva (A), e ruídos de impactos e rápidos, expressos pela curva (C) – Fast. Geralmente para avaliações ambientais de insalubridade

são utilizados os valores da curva (A), de acordo com as Normas de Segurança e Medicina do Trabalho <sup>12, 13</sup>.

A avaliação da frequência de um ruído, realizada por meio de um analisador de frequência, é muito importante para determinação do risco. As frequências agudas são mais lesivas que as graves, porém, em geral, de mais fácil controle. Os tipos mais utilizados são os analisadores de banda de oitavas, que possuem a faixa audível do ouvido humano.

A preocupação com o nível de ruído das turbinas no mercado americano estava presente no trabalho de Cooperman <sup>14</sup>, que mediu e analisou o ruído irradiado por 13 instrumentos, observando um nível médio de ruído da ordem de 81 a 82 dB (A) a 24 polegadas.

Krammer<sup>15</sup> em 1968 comprovou através de testes audiométricos, trauma acústico decorrentes da utilização da peça de mão como: complicações oculares, através de lesão por fragmentos de restaurações antigas ou dentes, contaminação pelo aerosol que é produzido com a associação da água e a inalação do óleo lubrificante utilizado na manutenção da peça.

Em estudo realizado com ratos, Rapp <sup>16</sup>, observou o grau de irritabilidade destes animais, através de um sistema de sinetas fixas nas gaiolas, e comprovou que o som da turbina foi o mais excitante e produziu piores respostas. Em humanos, o mesmo autor, realizou um estudo das

respostas fisiológicas ao ruído, iniciando 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 depois de cessado o estímulo ruidoso. Realizou também testes de reflexo normal das mãos, através do acionamento de botões após a escuta de diversos sons, tendo uma alteração de aproximadamente 40% do tempo de resposta da mão do operador após exposição durante 20 minutos do ruído da turbina de alta rotação. Observou ainda, que havia um aumento no cometimento de erro por parte do profissional testado em 10 vezes, quando exposto pelo ruído das turbinas de alta rotação.

Em 1962, Weston <sup>17</sup> realizou medições do nível de ruído durante preparação cavitária com quatro marcas canetas de alta rotação diferentes e obteve média de nível de ruído de 83 a 84 dB(A). Observou que esta média parecia variar de acordo com a posição da turbina na boca, usualmente maior para região anterior. Neste estudo foram realizados também exames audiométricos, que não demonstraram perdas auditivas relacionada ao uso do instrumento. No entanto o autor concluiu com este resultado, que possivelmente, estaria ligado ao pouco tempo de uso do “novo” instrumento, lançado na indústria odontológica.

Realizando medições do nível de ruído em consultórios odontológicos, Taylor et al.<sup>18</sup> constatou uma variação de 75 a 100 dB. Observou que este nível variava em função de alguns fatores: se a broca estava cortando ou não; quando o corte era realizado dentro da boca ; de acordo com o tempo de uso da caneta de alta rotação, e de acordo com a idade e modelo do instrumento. As audiometrias realizadas em 51 dentistas demonstraram uma significativa perda, especialmente na frequência de 4.000 e 6.000 Hz, em profissionais expostos por 3-7 anos.

A preocupação com o surgimento de um novo instrumento no processo de trabalho do profissional de odontologia também pode ser percebida no trabalho de Steagall<sup>5</sup> em 1967, revelando resultados de níveis de ruído de turbinas de 75 a 104 dB, obtidos a uma distancia de 20 cm.

Em uma amostra de 168 voluntários e 156 cirurgiões dentistas, Ward e Holberg<sup>19</sup> realizaram audiometrias a 500 e 6.000 Hz, concluindo que existe poucas evidencias relacionadas a perda auditiva e ao uso de brocas de alta rotação, afirmaram no entanto, que não se deve menosprezar totalmente o risco de perda auditiva relacionados ao uso da mesma.

Em estudo realizado por Skurr e Bulteaut<sup>20</sup>, com estudantes de odontologia, foram realizados exames audiométricos no 3º ano antes da

exposição ao ruído e depois de 2 anos, no 5º ano, e encontraram resultados de perda auditiva significativas. Na Primeira avaliação 12% apresentavam perda, na segunda avaliação 59% apresentaram perda auditiva. Quando realizaram medições próximas ao ouvido dos alunos encontraram um nível de ruído de 88dB(A).

Forman- Franco <sup>21</sup> em 1978, utilizou a audiometria para avaliar a audição de 70 cirurgiões dentistas de diferentes idades, especialidades e anos de profissão. Não encontrou uma diferença estatisticamente significativa, quando comparou os resultados dos níveis de audição ajustados a idade da população em geral. Estabeleceu uma correlação entre os anos de prática e a perda progressiva, mas acreditava que, mesmo essa correlação, fosse resultado primeiramente da ação da idade.

Já Zubik <sup>22</sup> em 1980, realizou audiometrias em três diferentes grupos (médicos, cirurgiões dentistas clínicos e especialistas da área odontológica), e em seu resultado demonstrou que o primeiro grupo apresentava um limiar de audição melhor, notadamente na frequência de 4000 Hz, não havendo diferença entre os dois ouvidos, o que sugeriram na época uma relação de causa e efeito entre a perda auditiva e o uso da alta rotação.

A afirmação de que a perda auditiva apresentada por cirurgiões dentistas é decorrente do processo natural de envelhecimento foi criticada

por Kilpatrick <sup>2</sup> em 1981, que em estudo, demonstrou níveis de ruído de turbinas de alta rotação entre 70 e 92 dB(A). Nível este que pode ser modificado por alguns fatores tais como: distância do ouvido do profissional, posição do ouvido em relação a fonte e a posição do instrumento na cavidade oral. Neste estudo foi determinada também uma média diária de 15 a 45 minutos para o uso deste instrumento em uma jornada de trabalho de 8 horas.

O tempo médio de uso das canetas de alta rotação foi de 1 hora e meia, em estudo realizado por Coles e Hoare <sup>23</sup> por meio de questionários enviados a 55 cirurgiões dentistas, dos quais 35 obteve-se resposta. O nível de ruído nos ambientes de trabalho destes profissionais foi de 75 a 93 dB(A) a 30 cm da fonte.

Kam <sup>24</sup>, em estudo realizado por meio de análise de banda de oitava, demonstrou que níveis de ruído eram mais acentuados entre as frequências de 4000 a 10000 Hz, no entanto, com flutuações, dependendo da quantidade de força aplicada pelos profissionais, localização, superfície do dente trabalhado e material a ser removido.

Utilizando um medidor de nível de ruído e analisador de frequência com microfone posicionado a 30 cm da fonte ruidosa, Wilson<sup>25</sup>, mediu o ruído em consultório odontológico e laboratórios pré-clínicos. Os resultados do estudo indicaram que a energia sonora da peça

de mão contribui com 8 a 12% da média de exposição diária (24 horas) ao ruído de um típico profissional clínico, estimando em um máximo de 80 minutos/dia ou 10 minutos/hora de uso. O nível de ruído variou de 48 a 90 dB(A) em procedimentos clínicos e entre 55 e 92,5 dB(A) em procedimentos de laboratório.

Os níveis de ruído em consultório e em laboratório também foram medidos por Bahannan<sup>26</sup>, utilizando medidor de ruído, gravador e analisador de circuito. Os resultados demonstraram que existe uma significativa diferença entre os níveis de ruído produzidos pelos diversos instrumentos e, que este nível aumenta durante os procedimentos de corte. Foram encontradas as seguintes médias para os instrumentos: motor elétrico de laboratório, 74,95 dB(A); turbina Kavo, 72,91 dB(A); micromotor Kavo, 60,71 dB(A).

Com a utilização de um decibelímetro, Saquy et al.<sup>27</sup> realizaram medições de 3 marcas de peça de mão de alta rotação nacionais. Estas eram acionadas por 30 segundos e durante este tempo, eram realizados 3 registros, 10, 20 e 30 segundos. Neste estudo foi concluído que as peças de mão de alta rotação das marcas Dabi-atlante (68,87 dB(A)) e Kavo (71,57 dB(A)), apresentaram, em média, ruídos abaixo de 85 dB (A) e da marca Rucca (89,72 dB(A)) apresentou a média acima do recomendado pela NR-15.

Souza et al.<sup>28</sup> realizaram estudo em 6 consultórios diferentes, com profissionais clínicos gerais e odontopediatras, por meio de um dosímetro. O nível equivalente contínuo (Leq) observado variou de 71,7 dB(A) a 82,8 dB(A). Os níveis máximos apresentados foram acima de 100 dB(A), ultrapassando em alguns casos, 139 dB(A).

Di Francesco et al.<sup>29</sup> realizou um levantamento populacional sobre a perda auditiva induzida por ruído em dentistas. Foram estudados 896 profissionais cirurgiões 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 Hz. Da amostra estudada, 40% apresentaram perda sem preferência de lado, sendo a sua gravidade diretamente relacionada ao tempo de exposição. Como conclusão o autor refere-se 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 regulamentados por lei.

Estudo realizado por Souza<sup>30</sup>, analisou a relação de ruído e cirurgiões dentistas, por meio de questionários sobre os possíveis

problemas de saúde, relacionados ao exercício da sua profissão e observou num primeiro momento, que esta relação era negada, mas os efeitos lesivos apareciam citados de forma sutil, com o prosseguimento das conversas. O ruído foi citado como estressor principal pela maioria das mulheres, estando as questões financeiras em primeiro lugar entre os estressores dos profissionais do gênero masculino.

Já está provado que qualquer trabalho num ambiente ruidoso ocasiona uma sobrecarga ao organismo, com significativa diminuição quali-quantitativa no rendimento de uma ocupação <sup>5,31</sup>.

Além do profissional, não se pode negar, que o paciente relaxado, está mais apto a cooperar com o profissional <sup>5</sup>. Portanto, há necessidade de estudos diferenciados em relação ao agente lesivo no consultório odontológico: o ruído da caneta de alta rotação.

## **Objetivos:**

O presente estudo tem como objetivo analisar o nível de ruído de 3 marcas diferentes de instrumentos de alta rotação, e identificar qual será o menos lesivo ao profissional e, ainda, verificar as atenuações produzidas por protetores auriculares tipo plug de 4 diferentes marcas e indicar o de maior eficiência na prática profissional.

## **Materiais e Métodos:**

O levantamento de dados dos níveis de pressão sonora de equipamentos de acordo com a Norma Brasileira Registrada da ABNT:NBRISO7785-1m de 07/1999 <sup>32</sup>, para elaboração da fase experimental do presente estudo foi realizado na Universidade de Campinas – Unicamp, Hospital das Clínicas (HC), na área de Otorrinolaringologia e Cabeça e Pescoço (Figura 1) .



**Figura 1 - Universidade de Campinas – Unicamp, Hospital das Clínicas (HC), na área de Otorrinolaringologia e Cabeça e Pescoço.**

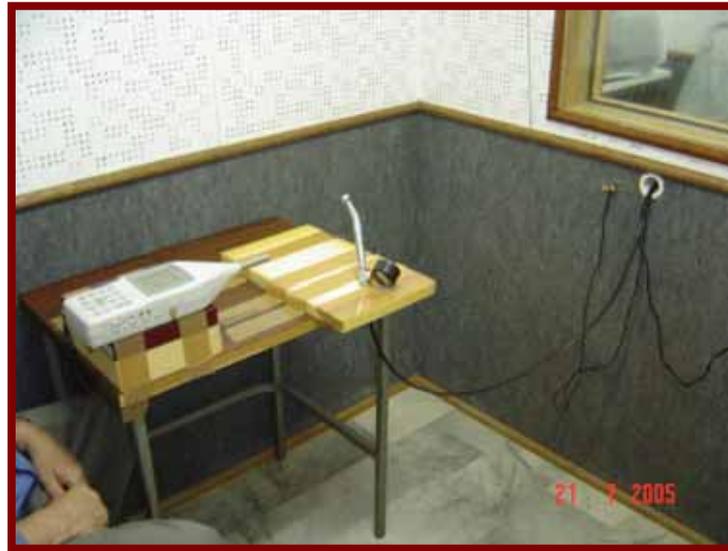
Foram realizadas medições de ruído de 3 diferentes marcas de turbinas de alta rotação, mais utilizadas no mercado de trabalho: marca Dabi Atlante MRS 400 Torque (Caneta A); marca Kavo Extra Torque 605

(Caneta B) e marca Navy atram AR 350M (Caneta C). As canetas de alta rotação eram novas e cedidas pelos fabricantes (Figura 2).



**Figura 2- As três marcas de canetas de alta rotação.**

As canetas foram montadas em uma CABINE AUDIOMÉTRICA (sala A2118-A da Otorrinolaringologia e Cabeça e Pescoço do HC – Unicamp, Figura 3 e 4) com SUPRIMENTO DE AR SOB COMPRESSÃO POR BICO DE AR-COMPRIMIDO, marca Douat, modelo CD70D, com pressão de ar de 60 a 80 Libras por Polegada Quadrada – Pounds per Square Inch (PSI), e este montado em local distante com mangueira (Figura 5), evitando assim interferências de ruídos e vibrações provenientes deste.



**Figura 3 – Cabine audiométrica vista interna (sala A2118-A da Otorrinolaringologia e Cabeça e Pescoço do HC – Unicamp).**



**Figura 4 – Vista externa da cabine audiométrica (sala A2118-A da Otorrinolaringologia e Cabeça e Pescoço do HC–Unicamp).**



**Figura 5 - Suprimento de ar sob compressão por bico de ar-comprimido, marca Douat, modelo CD70D, com pressão de ar de 60 a 80 PS.**

Entre a caneta de alta rotação e a magueira de ar comprimido foi conectado um manômetro, marca WIKA, de 0 a 7 kgf/cm<sup>2</sup> com subdivisões 0,25-0,25 e 0 a 100 PSI com subdivisões 50-50 (Figura 6), para que a pressão de ar fosse monitorada e calibrada na pressão de trabalho recomendada pelo fabricante (32 PSI). No entanto, em trabalhos de tese é admitido somente o Sistema Internacional (SI), que neste caso é MegaPascal (MPa) então:

☉  $32 \text{ PSI} = 0,22 \text{ MPa}$  ou 2,2 bar



**Figura 6 - Manômetro, marca WIKA, de 0 a 7 kgf/cm<sup>2</sup> com subdivisões 0,25-0,25 e 0 a 100 PSI com subdivisões 50-50.**

O instrumento utilizado foi um medidor de nível sonoro, DECIBELÍMETRO COM FILTRO DE BANDA DE OITAVA E TERÇA OITAVA, modelo DEC-5030, da INSTRUTHERM, digital, escalas de medidas de nível de som de 30-130dB e de modo de análise de frequência de 20-90dB, de 30-100dB, de 50-120dB e de 60-130dB, e precisão aproximada de  $\pm 0,7$ dB a 80dB e precisão de 1,5% a 1KHz, com microfone e pára-vento, devidamente calibrado (Figura 7). O equipamento tem a capacidade de medir nas frequências de bandas 1/1 de oitavas em: 31,5 Hz; 63 Hz; 125 Hz; 250 Hz; 500 Hz; 1000 Hz; 2000 Hz; 4000 Hz e 8000 Hz. Este equipamento foi

devidamente calibrado por um calibrador acústico MSHA, marca Quest Technologies, modelo QC-10/QC20 (Figura 8).



**Figura 7 - Decibelímetro com filtro de banda de oitava e terça oitava, modelo DEC-5030, da INSTRUTHERM, digital.**



**Figura 8 - Calibrador acústico MSHA, marca Quest Technologies, modelo QC-10/QC20.**

Para a avaliação da fonte geradora de ruído foram realizadas, 30 medições instantâneas de 30 segundos do nível de ruído, para cada marca de caneta de alta rotação e em cada frequência, somando-se 270 medições para cada caneta, em todas as frequências e um total de 740 medições. O microfone do equipamento que foi utilizado estava a uma distancia de 20 cm simulando a distancia da boca do paciente ao ouvido do profissional durante um atendimento odontológico (Figura 9), observando um intervalo mínimo de 05 (cinco) segundos entre cada medição instantânea.



**Figura 9 – Distância do aparelho de 20 cm da caneta de alta rotação.**

As canetas de alta rotação foram fixadas em uma mesa sobre uma espuma para evitar vibrações do suporte, ou mesmo interferência humana se este instrumento ficasse fixado com a mão (Figura 10).



**Figura 10 – Instrumento de alta rotação fixada em uma espuma rígida a fim de evitar possíveis vibrações e interferências.**

O estudo foi realizado por dois examinadores, o primeiro acionou a caneta, ligando o compressor e outro dentro da cabine efetuou as medições com o aparelho anotando os resultados em uma planilha anteriormente preparada. Os dois examinadores foram devidamente calibrados, através de um estudo piloto, para assim minimizar os eventuais erros que pudessem ocorrer.

Toda coleta de dados foi acompanhada pelo suporte técnico de dois Engenheiros de Segurança do Trabalho, Eng<sup>o</sup> Newton Luiz Ferreira e Eng<sup>o</sup> Ryan Pinto Ferreira.

## Análise dos Resultados:

Para cada marca de caneta foi calculado o nível de ruído equivalente contínuo ( $L_{eq}$ ), que equivale a uma média de todas as amostragens realizadas em cada frequência de acordo com a equação, ou seja uma média projetada para 8 horas de trabalho:

$$L_{eq} = 10 \log \left( \frac{1}{N} \sum 10^{\frac{L_i}{10}} \right)$$

onde:

$L_{eq}$  = Nível de ruído equivalente contínuo, em dB(A).

$N$  = Número total de leituras do nível do ruído, durante o período.

$L_i$  = Cada um dos  $i$  diferentes valores do nível do ruído durante o período, em dB(A).

Os resultados dessas medições foram analisados juntamente com as atenuações em decibels nas frequências de bandas de 1/1 oitavas das 4 marcas diferentes de protetores auriculares do tipo plug, disponíveis, atualmente, no

mercado: CO-MAXXI (Figura 11); Pomp PLUS (Figura 12); Dura PLUS (Duráveis – Figura 13) e 3M 1270 (Figura 14), que podem ser utilizados conforme CA's (Certificados de Aprovação) nº 5745; 8092; 9584 e 11510, respectivamente, registrados pelo Ministério do Trabalho e Emprego (Mte). Os valores em decibels dessas atenuações referentes aos protetores auriculares em cada frequência foram fornecidos pelos fabricantes.

Para realização deste cálculo estatístico foi utilizado uma planilha no programa Excel 2000 onde também foram calculados as médias.



**Figura 11 - Protetor auditivo CO-MAXXI, marca MAXXI ROYAL.**



**Figura 12 - Protetor auditivo Pomp PLUS, marca Pomp.**



**Figura 13 - Protetor auditivo Dura PLUS, marca Duráveis.**



**Figura 14 - Protetor auditivo 3M 1270 , marca 3M.**

## Resultados:

As canetas de alta rotação, na sua especificação continha o ruído produzido, com exceção da marca Navy atram. A caneta da marca Kavo tinha especificado 64 dB, já da marca Dabi atlante em 70dB.

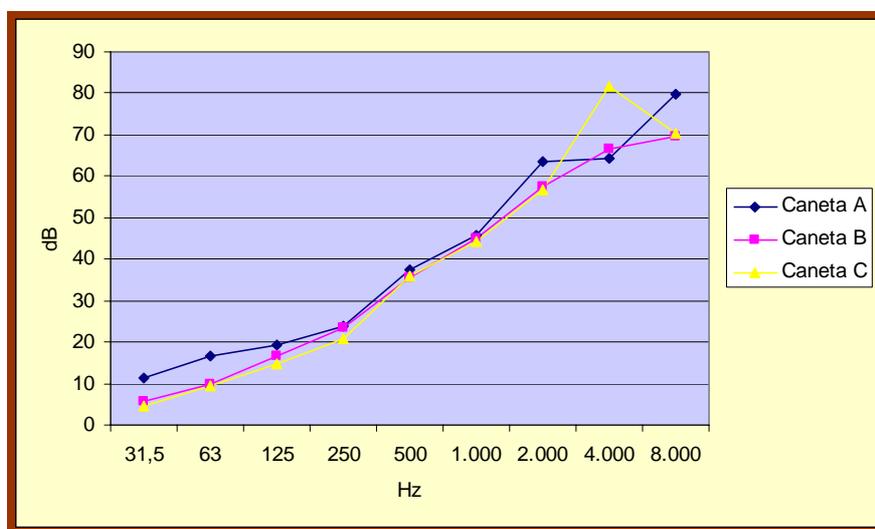
No presente estudo pode observar que, na média de todas as frequências e medições foram obtidos os seguintes valores:

- ☉ Caneta A: 80,8 dB – Dabi Atlante
- ☉ Caneta B: 72,1dB - Kavo
- ☉ Caneta C: 79,8 dB – Navyatram

As frequências mais altas demonstraram valores mais altos, que são mais danosos, todos valores acima de 65 dB nas frequências de 4000 e 8000 Hz, chamando-se atenção para caneta C que, na frequência de 4000 Hz obteve valor de 81,7 dB (Figura 15).

**Tabela 1 – Valores das médias gerais ( $L_{Aeq}$ ) expressos em decibels das três marcas de canetas de alta rotação. Campinas, HC – Unicamp, 2005.**

<b>Canetas de alta rotação</b>	<b>Médias (<math>L_{Aeq}</math>) - dB</b>
<b>Caneta A</b>	<b>80,8</b>
<b>Caneta B</b>	<b>72,1</b>
<b>Caneta C</b>	<b>79,8</b>



**Figura 15 – Valores do ruído produzido pelas três marcas de canetas de alta rotação expressa em decibels, nas 1/1 de bandas de oitavas (frequências), expressas Hertz. Campinas, HC – Unicamp, 2005.**

**Tabela 2 – Resultados dos testes estatísticos obtidos referentes aos grupos comparados, nas frequências de 31,5 a 63 Hz, com suas probabilidades de ocorrência e suas significâncias, correspondentes aos dados observados constantes na Tabela 10.**

**Campinas, HC – Unicamp, 2005.**

<b>Frequência (Hz)</b>	<b>Grupos</b>	<b>Teste</b>	<b>Valor do teste</b>	<b>Probabilidade</b>	<b>Significância</b>
<b>31,5</b>	Caneta A X Caneta B X Caneta C	Kruskal-Wallis	45,62	p< 0,0001	Significante
	Caneta A X Caneta B	Dunn's	-29,86	p< 0,001	Significante
	Caneta A X Caneta C	Dunn's	-44,68	p< 0,001	Significante
	Caneta B X Caneta C	Dunn's	14,82	p> 0,05	Não Significante
<b>63,0</b>	Caneta A X Caneta B X Caneta C	Kruskal-Wallis	38,28	p< 0,0001	Significante
	Caneta A X Caneta B	Dunn's	-27,97	p< 0,001	Significante
	Caneta A X Caneta C	Dunn's	-40,78	p< 0,001	Significante
	Caneta B X Caneta C	Dunn's	12,82	p> 0,05	Não Significante
<b>125 Hz</b>	Caneta A X Caneta B X Caneta C	Kruskal-Wallis	49,27	p< 0,0001	Significante
	Caneta A X Caneta B	Dunn's	-22,40	p< 0,01	Significante
	Caneta A X Caneta C	Dunn's	-47,30	p< 0,001	Significante
	Caneta B X Caneta C	Dunn's	24,90	p< 0,001	Significante
<b>250 Hz</b>	Caneta A X Caneta B X Caneta C	Kruskal-Wallis	63,23	p< 0,0001	Significante
	Caneta A X Caneta B	Dunn's	-13,60	p> 0,05	Não Significante
	Caneta A X Caneta C	Dunn's	-51,65	p< 0,001	Significante
	Caneta B X Caneta C	Dunn's	38,05	p< 0,001	Significante
<b>500 Hz</b>	Caneta A X Caneta B X Caneta C	Kruskal-Wallis	67,37	p< 0,0001	Significante
	Caneta A X Caneta B	Dunn's	-54,33	p< 0,001	Não Significante
	Caneta A X Caneta C	Dunn's	-35,67	p< 0,001	Significante
	Caneta B X Caneta C	Dunn's	-18,67	p< 0,05	Significante

Na Tabela 2, em todas as frequências quando comparados os três grupos de canetas de alta rotação, por meio do teste não paramétrico Kruskal - Wallis houve diferença estatisticamente significativa.

Quando comparados grupos pareados por meio do teste de Dunn's, nas frequências mais baixas de 31,5 e 63 Hz houve diferença estatisticamente significativa entre a Caneta A e B e Caneta A e C. Na frequência de 125 Hz houve diferença estatística entre todos os grupos comparados dois a dois, sendo que a Caneta A apresentou-se com maior média, seguidas das Canetas B e C. Nas frequências de 250 e 500 Hz houve diferença estatisticamente significativa entre a Caneta C e as outras.

**Tabela 3 – Resultados dos testes estatísticos obtidos referentes aos grupos comparados, nas frequências de 1000 a 8000 Hz, com suas probabilidades de ocorrência e suas significâncias, correspondentes aos dados observados constantes na Tabela 11. Campinas, HC – Unicamp, 2005.**

<b>Frequência (Hz)</b>	<b>Grupos</b>	<b>Teste</b>	<b>Valor do teste</b>	<b>Probabilidade</b>	<b>Significância</b>
<b>1000 Hz</b>	Caneta A X Caneta B X Caneta C	Kruskal-Wallis	76,78	p< 0,0001	Significante
	Caneta A X Caneta B	Dunn's	-31,10	p< 0,001	Significante
	Caneta A X Caneta C	Dunn's	-58,90	p< 0,001	Significante
	Caneta B X Caneta C	Dunn's	27,80	p< 0,001	Significante
<b>2000 Hz</b>	Caneta A X Caneta B X Caneta C	Kruskal-Wallis	67,82	p< 0,0001	Significante
	Caneta A X Caneta B	Dunn's	-35,63	p< 0,001	Significante
	Caneta A X Caneta C	Dunn's	-54,37	p< 0,001	Significante
	Caneta B X Caneta C	Dunn's	18,33	p< 0,05	Significante
<b>4000 Hz</b>	Caneta A X Caneta B X Caneta C	Kruskal-Wallis	79,24	p< 0,0001	Significante
	Caneta A X Caneta B	Dunn's	30,00	p< 0,001	Significante
	Caneta A X Caneta C	Dunn's	60,00	p< 0,001	Significante
	Caneta B X Caneta C	Dunn's	-30,00	p< 0,001	Significante
<b>8000 Hz</b>	Caneta A X Caneta B X Caneta C	Kruskal-Wallis	60,62	p< 0,0001	Significante
	Caneta A X Caneta B	Dunn's	-42,28	p< 0,001	Significante
	Caneta A X Caneta C	Dunn's	-48,72	p< 0,001	Significante
	Caneta B X Caneta C	Dunn's	7,43	p> 0,05	Não Significante

Na Tabela 3 são apresentadas as Frequências mais altas e danosas, a partir de 1000 Hz, principalmente em 4000 Hz, onde ocorrem as perdas auditivas chamadas de gota acústica, durante exames audiométricos. No presente estudo, houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos comparados dois a dois, por meio do teste de Dunn's, exceto na frequência de 8000 Hz que, não houve diferença estatisticamente significativa entre a caneta B e Caneta C.

Na frequência de 1000 Hz e 2000Hz, a Caneta A (45,68 dB e 63,41 dB) foi a mais danosa, pois apresentou maiores médias, seguidas da Caneta B e Caneta C. A diferença entre as médias foi estatisticamente significativa.

Na frequência de 4000 Hz, a Caneta C apresentou maior média (81, 71 dB), sendo mais danosa, seguida da Caneta B e depois da Caneta A. A diferença entre as médias foi estatisticamente significativa.

Na frequência de 8000 Hz, a Caneta A foi a mais danosa com maior média apresentada de 79,63 dB estatisticamente significativa, seguidas das Canetas B e C, juntamente, pois não houve diferença estatisticamente significativa entre essas duas últimas citadas.

Em geral, as maiores médias foram apresentadas pela Caneta A, exceto na frequência de 4000 Hz, na qual a Caneta C apresentou a maior média (81, 71 dB – Anexos 1, 2 e 3).

As Tabelas 4, 5, 6, 7 e 8 apresentam as atenuações produzidas para cada marca de protetor auricular especificado, conforme fornecido pelo fabricante e CA do Mte.

**Tabela 4 – Atenuações em decibels produzidas pelo protetor auditivo, fornecidos pelo fabricante com CA's do Mte , nas frequências expressas em Hertz. Mte, 2003.**

<b>Tipo de Protetor</b>	<b>125 Hz</b>	<b>250 Hz</b>	<b>500 Hz</b>	<b>1.000 Hz</b>	<b>2.000 Hz</b>	<b>4.000 Hz</b>	<b>8.000 Hz</b>
<b>POMP Plus</b>	22,1 dB	21,5 dB	23,9 dB	23,5 dB	28,1 dB	29,2 dB	38,4 dB
<b>Dura Plus Plug</b>	18,2 dB	21,3 dB	25,7 dB	24,2 dB	26,2 dB	27,5 dB	36 dB
<b>3M 1270</b>	19,3 dB	20,4 dB	20,9 dB	22,3 dB	28 dB	27,5 dB	35,2 dB
<b>CO-MAXXI</b>	16,5 dB	18,7 dB	22,5 dB	22,3 dB	26,8 dB	32 dB	34,6 dB

**Tabela 5 – Atenuações em decibels produzidas pelo protetor auditivo e desvio padrão, fornecidos pelo fabricante com CA's (nº 5745) do Mte , POMP Plus, marca Pomp do Brasil, nas frequências expressas em Hertz. Mte, 2003.**

<b>Frequências (Hz)</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1.000</b>	<b>2.000</b>	<b>4.000</b>	<b>8.000</b>
<b>Atenuações (dB)</b>	22,1	21,5	23,9	23,5	28,1	29,2	38,4
<b>Desvio Padrão</b>	6,3	7,3	6,8	5,9	5,0	6,9	8,5

**Tabela 6 – Atenuações em decibels produzidas pelo protetor auditivo e desvio padrão, fornecidos pelo fabricante com CA's (nº 8092) do Mte , Dura Plus Plug, marca Balaska, nas frequências expressas em Hertz. Mte, 2003.**

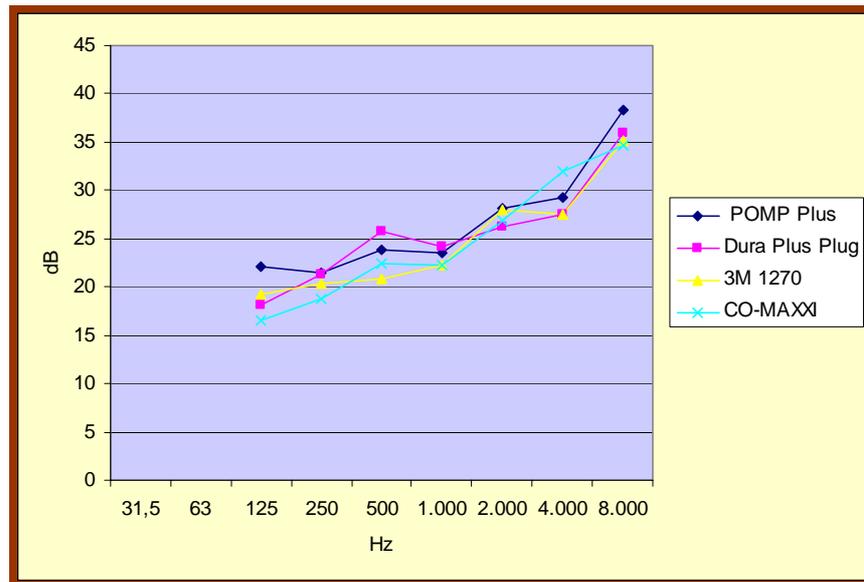
<b>Frequências (Hz)</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1.000</b>	<b>2.000</b>	<b>4.000</b>	<b>8.000</b>
<b>Atenuações (dB)</b>	18,2	21,3	25,7	24,2	26,2	27,5	36
<b>Desvio Padrão</b>	7,1	7,4	7,6	6,5	5,4	6,7	10,9

**Tabela 7 – Atenuações em decibels produzidas pelo protetor auditivo e desvio padrão, fornecidos pelo fabricante com CA's (nº 9584) do Mte , 3M 1270, marca 3M, nas frequências expressas em Hertz. Mte, 2003.**

<b>Frequências (Hz)</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1.000</b>	<b>2.000</b>	<b>4.000</b>	<b>8.000</b>
<b>Atenuações (dB)</b>	19,3	20,4	20,9	22,3	28	27,5	35,2
<b>Desvio Padrão</b>	7	6,6	6,3	5,5	5,1	8,5	8,9

**Tabela 8 – Atenuações em decibels produzidas pelo protetor auditivo e desvio padrão, fornecidos pelo fabricante com CA's (nº 11510) do Mte , CO-MAXXI, marca MAXXI ROYAL, nas frequências expressas em Hertz. Mte, 2003.**

<b>Frequências (Hz)</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1.000</b>	<b>2.000</b>	<b>4.000</b>	<b>8.000</b>
<b>Atenuações (dB)</b>	16,5	18,7	22,5	22,3	26,8	32	34,6
<b>Desvio Padrão</b>	9,6	8,7	7,7	6,4	6,7	10,4	8,1

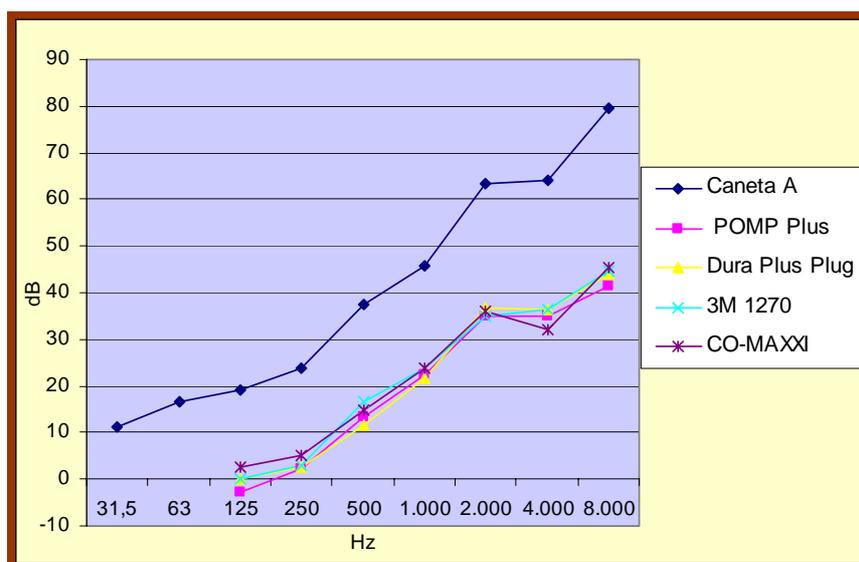


**Figura 16 – Atenuações em decibels produzidas pelo protetor auditivo, fornecidos pelo fabricante com CA's do Mte , nas frequências expressas em Hertz. Mte, 2003.**

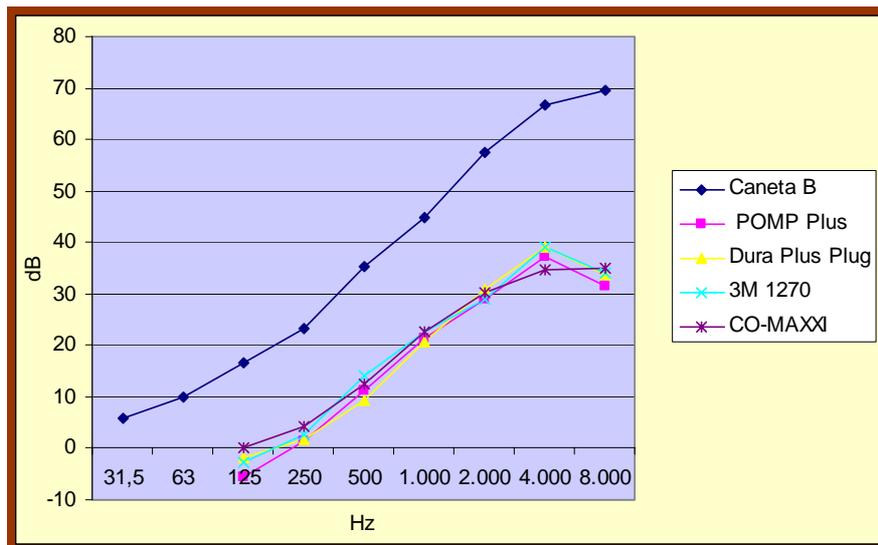
**Tabela 9 – Valores das médias gerais (Leq) expressos em decibels das quatro marcas de protetores auditivos. Campinas, HC – Unicamp, 2005.**

<b>Protetores auditivos</b>	<b>Médias - dB</b>
<b>Pomp Plus</b>	<b>26,7</b>
<b>Dura Plus Plug,</b>	<b>25,6</b>
<b>CO-MAXXI</b>	<b>24,8</b>
<b>3M 1270</b>	<b>24,8</b>

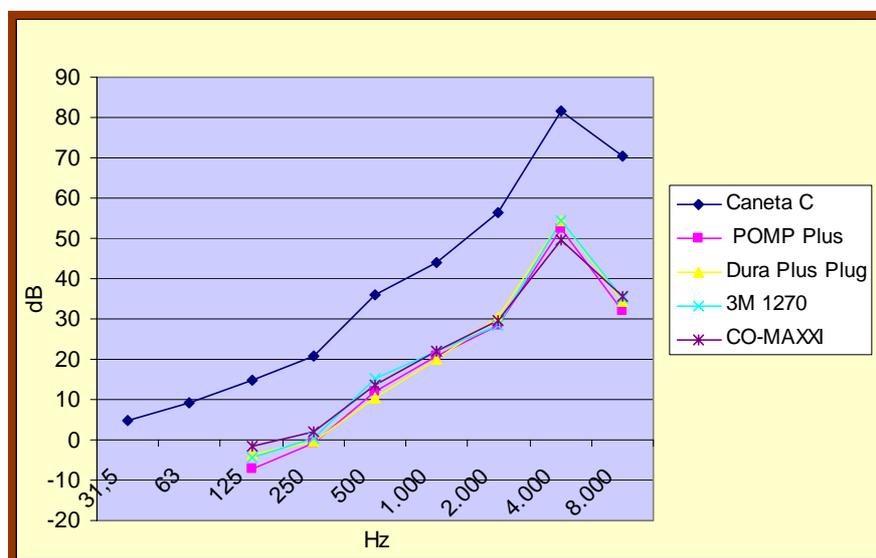
A Tabela 9 pode-se observar que protetor auricular, no qual apresentou maior média foi da marca Pomp Plus (26,7 dB), seguido da Dura Plus Plug (25,6 dB), CO-MAXXI (24,8 dB) e 3M1270 (24,8 dB), no entanto, convém salientar que os valores do desvio padrão das atenuações em todas as frequências apresentaram-se altos em todas as marcas, conforme Tabelas 5, 6, 7 e 8. A Figura 16 apresenta as atenuações em cada frequência.



**Figura 17 – Valores do ruído produzido pela caneta A de alta rotação expressos em decibels, nas 1/1 de bandas de oitavas (frequências), expressas Hertz e as atenuações produzidas com as 4 marcas de protetores auditivos. Campinas, HC – Unicamp, 2005.**



**Figura 18 – Valores do ruído produzido pela caneta B de alta rotação expressos em decibéis, nas 1/1 de bandas de oitavas (frequências), expressas Hertz e as atenuações produzidas com as 4 marcas de protetores auditivos. Campinas, HC – Unicamp, 2005.**



**Figura 19 – Valores do ruído produzido pela caneta C de alta rotação expressos em decibéis, nas 1/1 de bandas de oitavas**

**(frequências), expressas Hertz e as atenuações produzidas com as 4 marcas de protetores auditivos. Campinas, HC – Unicamp, 2005.**

Os protetores auditivos como demonstra as figuras 17, 18 e 19, atenuam de 30 a 32% do ruído das canetas de alta rotação, principalmente nas frequências mais altas onde o ruído é maior.

## **Discussão:**

O aumento das fontes produtoras de ruído tem prejudicado a qualidade de vida das pessoas, acelerando a deterioração do aparelho auditivo. Por isso, vem, crescendo a preocupação com os ruídos presentes no ambiente de trabalho <sup>1</sup>.

No presente estudo, todos os valores médios, máximos e mínimos ficaram abaixo do recomendado pela norma NR-15, que preconiza em 85 dB durante 8 horas, portanto, não sendo obrigatório o uso do protetor auricular <sup>13</sup>. Os resultados do presente estudo corroboram com estudos realizados por Bahananan et al <sup>26</sup>; Saquy et al.<sup>27</sup>; Setcos <sup>10</sup>; Reston et al.<sup>33</sup>; Souza et al.<sup>28</sup> e Regazzi et al <sup>34</sup>. No entanto, estes valores ficaram bem acima do limite de 65 dB, pelo qual a norma NBR-10152 de conforto acústico e NR-17 de ergonomia estabelecem, em trabalhadores que realizam procedimentos minuciosos, no qual necessitam de atenção <sup>13</sup>.

Tais resultados podem comprovar o estresse, no qual o cirurgião dentista está sujeito, visto que os valores obtidos na avaliação do presente estudo sugerem desconforto. Por isso, é recomendável a utilização do protetor auricular, pois além de evitar a PAIR (Perda

Auditiva Induzida por Ruído); trazem maior conforto ao profissional e evitam outros danos como visto na revisão de literatura.

Analisando o quadro abaixo, pode-se observar que alguns pesquisadores têm se dedicado aos estudos dos níveis de ruído das peças de mão de alta rotação e notam-se variações bastante semelhantes, independentes dos países e marcas experimentadas.

**Quadro 1 - Comparação dos trabalhos em relação aos níveis de ruído produzidos por peças de mão de alta rotação.**

<b>Autor/ Ano</b>	<b>Níveis de ruído (dB)</b>
<b>Weston (1962)<sup>17</sup></b>	<b>82 a 84</b>
<b>Cooperman (1965)<sup>14</sup></b>	<b>81 a 82</b>
<b>Taylor et al(1965)<sup>18</sup></b>	<b>75 a 100</b>
<b>Steagal (1967)<sup>5</sup></b>	<b>75 a 104</b>
<b>Skurr e Bulteaut (1970)<sup>20</sup></b>	<b>88</b>
<b>Kilpatrik (1981)<sup>2</sup></b>	<b>70 a 92</b>
<b>Coles e Hoare (1985)<sup>23</sup></b>	<b>75 a 93</b>
<b>Wilson (1990)<sup>25</sup></b>	<b>48 a 90</b>
<b>Bahannan (1993)<sup>26</sup></b>	<b>72,91</b>
<b>Saquy et al (1994)<sup>27</sup></b>	<b>71,7 a 82,5</b>
<b>Setcos (1998)<sup>10</sup></b>	<b>Abaixo de 85</b>
<b>Souza, Mattos e Nunes (2002)<sup>28</sup></b>	<b>68,87 a 89,72</b>
<b>Souza (2002)<sup>11</sup></b>	<b>74,4 a 95,7</b>
<b>Garbin et al (2004)<sup>35</sup></b>	<b>79,6 a 81,6</b>
<b>Ferreira</b>	<b>72,1 a 80,8</b>

O presente estudo demonstrou que, nas frequências mais danosas, a partir de 1000 Hz, o ruído produzido pelas canetas de alta rotação apresentaram-se mais altas. A Caneta A apresentou-se mais danosa, com maior nível de ruído na maioria das frequências, exceto na frequência de 4000 Hz, onde a Caneta C apresentou-se com maior média estatisticamente significativa (81,71 dB), seguida da Caneta B (66,55 dB) e Caneta A (64,23 dB). A Caneta B se apresentou como menos lesiva, em geral nas frequências, pois não houve grandes variações do nível de ruído entre as frequências (Figura15).

Taylor et al.<sup>18</sup>, Zubik<sup>22</sup>, Sheldon e Sokol<sup>36</sup> e Di Francesco et al.<sup>29</sup> são enfáticos ao relacionar a perda, geralmente encontradas nas frequências de 4000 a 6000 Hz, com trabalho exercido, principalmente associando-a com o tempo de prática. Como sugeriu Nogueira<sup>37</sup>, o tempo é um fator importante para se avaliar a questão do ruído, uma vez que seus efeitos aparecem em longo prazo.

A média diária de uso de uma peça de alta rotação em relação ao tempo total de exposição foi descrita por alguns autores relacionados abaixo:

- De 55 minutos, segundo Taylor et al.<sup>18</sup>;

- ☉ De 15 a 45 minutos, Kilpatrik <sup>2</sup>;
- ☉ De 1 hora e meia, avaliada pelos próprios profissionais, segundo Coles e Hoare <sup>23</sup>;
- ☉ De 80 minutos, no máximo, segundo Wilson <sup>25</sup>;
- ☉ De 24 a 26 minutos, segundo Souza <sup>11</sup>.

Além das avaliações biológicas e dos níveis de ruído específicos deste instrumento, encontra-se trabalhos que realizam avaliação ambiental da média de ruído observado durante procedimentos clínicos. Wilson <sup>25</sup> encontrou uma variação de 48 a 90 dB, Souza et al. <sup>28</sup> encontraram variação de 71,7 a 82,8 dB, Setcos <sup>10</sup> observou médias sempre abaixo de 85 dB, Souza <sup>11</sup> encontrou médias de 79,82 a 84,69 dB, Garbin et al. <sup>35</sup> encontrou uma variação de 79,6 a 81,6 dB. Esses estudos que corroboram com os valores observados no presente trabalho, apresentando uma variação entre as médias de 72,1 a 80,8 dB.

Em estudo realizado por Regazzi et al. <sup>34</sup>, encontraram níveis de ruído entre 74 dB(A) a 94,9 dB(A) de instrumento de alta rotação durante um tratamento de canal, e foram enfáticos em citar que uma Empresa de Engenharia de Segurança meça os níveis de pressão sonora (ruído a que está exposto o ambiente de trabalho, e comparar com os níveis recomendados). O profissional segundo os autores devem estar atento ao

fato que, mesmo que estes níveis estejam abaixo dos níveis de risco de lesão auditiva, o ruído pode causar outras conseqüências extra auditivas: insônia, estresse, irritabilidade e fadiga.

Tratar ou isolar acusticamente as fontes de ruído, como motores de brocas, aspiradores e aparelhos de ar condicionado próximos, e usar protetores, ao menos do lado da fonte de ruído ajuda a diminuir o problema e evitar as conseqüências mais graves <sup>34</sup>.

É recomendável, que além do uso do protetor auditivo, os profissionais acima de 40 anos de idade realizem, periodicamente, uma avaliação audiométrica de 250 a 8.000 Hz e em alguns casos a audiometria de alta freqüência, de 8 a 16 KHz <sup>4</sup>.

O presente estudo demonstra que os protetores auditivos (Figura 17,18 e 19) atenuam de 30 a 32% do ruído das canetas de alta rotação sendo importante ressaltar que quando na utilização dos protetores auditivos, os ruídos produzidos, principalmente nas freqüências mais altas, tornam-se suportáveis de acordo com o conforto acústico de 65 dB, expresso na NBR 10152 <sup>38</sup>.

As médias gerais das atenuações dos protetores auriculares estudados ficaram entre 24,8 a 26,7 (Tabela 9), sendo que os melhores valores de atenuações encontrados foram da marca Pomp Plus Plug

(Tabela 4 e 5). As médias de atenuações variaram de 16,5 dB para menor frequência de 125 Hz a 38,4 dB para maior frequência de 8000 Hz.

Em um estudo, Standford & Standford <sup>39</sup> determinaram que, com a utilização de protetores auriculares, observava-se uma redução de 28 a 70 dB(A), sendo que os adaptados aos usuários são mais efetivos.

Porém autores afirmam que, a utilização do EPI (Equipamento de Proteção Individual) pelo profissional poderá, às vezes, dificultar a sua comunicação com o paciente <sup>37</sup> e aumentar a sua sensação de isolamento<sup>38</sup>. Mesmo vendo o uso do EPI como uma solução mais comum e prática, que permite atenuação de aproximadamente 20 dB, Gerges <sup>12</sup> acredita que esta seja, ainda, uma solução pobre, pois é difícil de ser mantido limpo, é facilmente perdido e, algumas vezes, torna a comunicação verbal mais difícil.

Entretanto deve-se considerar que o ruído existe, é danoso e representa riscos ao profissional, portanto, há necessidade do uso do protetor auricular como EPI, mesmo que não obrigatório, pois a atenuação ao ruído é bastante favorável.

O problema do ruído produzido por estes instrumentos ainda é uma realidade, necessitando-se um trabalho junto a indústria odontológica que incentive a mudança tecnológica, na tentativa de redução dos níveis

de ruído, assim como um maior detalhamento das características dos instrumentos existentes no mercado <sup>11</sup>. Este raciocínio é partilhado por autores como Steagal <sup>5</sup>, Krammer <sup>15</sup>, Coles e Hoare <sup>23</sup> e Dylson e Darvell<sup>40</sup>.

## Conclusão:

Diante do exposto conclui-se que:

Os resultados da aferição de ruído em média de 72,1dB para Caneta B; 79,8 dB para Caneta C e 80,8 dB para Caneta A, não ultrapassaram o limite de 85 dB, conforme as normas de Segurança e Medicina do Trabalho, NR-15, portanto não sendo obrigatório o uso do protetor auricular, mas os valores obtidos ficaram acima do limite de 65 dB recomendado pela NBR-10152 de conforto acústico, para procedimentos minuciosos que exigem atenção;

A Caneta B se apresentou como menos lesiva, em geral nas frequências, pois apresentou média geral de 72,1 dB e não houve grandes variações do nível de ruído entre as frequências;

As médias gerais de atenuação dos protetores auriculares foram 26,7 dB para marca Pomp Plus, seguido da Dura Plus Plug com 25,6 dB, CO-MAXXI com 24,8 dB e 3M1270 com 24,8 dB. É importante ressaltar que, os protetores auriculares, no presente estudo, atenuaram de 30 a 32% o ruído produzido pelas canetas de alta rotação

O protetor que apresentou maior média geral de atenuação foi da marca Pomp Plus (26,7 dB), no entanto, convém salientar que os

valores do desvio padrão das atenuações em todas as frequências apresentaram-se altos em todas as marcas;

O profissional deve adotar medidas de comportamento preventivas, como o uso do protetor auricular, mesmo que não obrigatório, para evitar lesões auditivas ao longo de sua carreira.

## Referências

1. Saquy PC, Cruz Filho AM, Sousa Neto MD, Pécora JD. Ergonomia e as doenças ocupacionais do cirurgião dentista - Parte I - Introdução e agentes físicos. ROBRAC 1996; 6(9):25-7.
2. Kilpatrick H. Decibel ratings of dental offices sound. J Prosthetic Dent 1981; 45(2):175-7.
3. Santos UP Ruído. Riscos e prevenção. 3ªed. São Paulo: Ed.Hucitec, 1992.
4. Lusvarghi L. Cuide-se bem: profissional saudável não tem idade. Rev Assoc Paul Cir Dent 1999; 53(2):89-100.
5. Steagall L. Ruído dos aparelhos de alta rotação. Rev Assoc Paul Cir Dent 1967; 21(2):47-58.
6. Valladares CO, Souza HMMR, Assunção ARM. Implantação do programa de conservação auditiva da FO-UERJ: exames audiométricos. Pesqui Odontol Bras 2002; 16 (ia 188):55.
7. Boacnin SB. Q ruído ocupacional e suas seqüelas. J Assoc Paul Cir Dent 1999; 10: 43.
8. Ring ME. Dentistry. An illustrated history. 1ª ed. Mosby – Year Book; 1985.

9. Ferreira B. Ossos do ofício. Aprenda a evitar riscos. Rev ABO Nac 1996; 3(6):358-64.
10. Setcos M. Noise levels encountered in dental clinical and laboratory practice. Int Prosth 1998; 2(2):105.
11. Souza HMMR. Análise experimental dos níveis de ruído produzidos por peças de mão de alta rotação em consultórios odontológicos: possibilidade de humanização do posto de trabalho do cirurgião dentista. [tese]. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública; 1998.
12. Gerges S. Ruído. Fundamentos e Controle. 1ª ed. Florianópolis: Ed. Imprensa Universitária – UFSC; 1992.
13. Brasil. Segurança e medicina do trabalho. 49ª ed. São Paulo: Ed. Atlas. 2001.
14. Cooperman HN. Deffness to the dentist caused by high speed handpieces. Park Dent Rev 1965; 15:108-10.
15. Krammer R. High speed equipment and dentists' health. J Prot Dent 1968; 19(1):46-50.
16. Rapp GW. Some physiologic reponse to high speed handpiece noises. D Digest 1971; 77(1-6):134-40.

17. Weston HR. Survey of noise from high speed dental drill and hearing conservation. *Aus Dent J* 1962; 7(1-3):210-12.
18. Taylor W, Person NJ, Mair A. The hearing threshold levels of dental practitioners exposed to air turbine drill noise. *Brit Dent J* 1965; 118(1):206-10.
19. Ward WD, Holberg CJ. Effects of high speed drill noise and gunfire on dentists' hearing. *J Am Dent Assoc* 1969; 76(4-6):1383-87.
20. Skurr BA, Bulteaut VG. Dentists' hearing: the effect of high speed drill. *Aus Dent J* 1970; 15: 259-60.
21. Forman-Franco B, Abramsom AL Stein T. High speed drill noise and hearing: audiometric survey of 70 dentists. *J Am Dent Assoc* 1978; 97(1-3):479-82.
22. Zubick HH, Tolentino AT, Boffa J. Hearing loss and the high speed dental handpiece. *Am J Plub Health* 1980; 70(6):663-35.
23. Coles RRA, Hoare NW. Noise induced hearing loss and the dentist. *Brit Dent J* 1985; 159:209-10.
24. Kam JK. Occupational noise exposure among dentist during the use of high speed dental drills. *Am Ind Hyg Ass J* 1990; 51(4):225.
25. Wilson CE, Vaidyanathan TK, Cinotti WR, Cohen SM, Wang SJ.

Hearing-damage risk and communication interference in dental practice. J Dent Res 1990; 69(2):489-93.

26. Bahannan S, Abd A, Hamid E, Bahnassy A. Noise level of handpieces and laboratory. J Prosthetic Dent 1993; 70(4):356-60.

27. Saquy PC, Pécora JD, Sobrinho JS. Iluminação do consultório odontológico. Rev Assoc Paul Cir Dent 1994; 48(5):1467-71.

28. Souza HMR, Mattos UAO, Nunes FP. Nível de ruído produzido por turbina de alta rotação em consultório odontológico. Rev Bras Odontol 2002; 59(3):169-72.

29. Di Francesco RC, Bittar RSM, Sanches TG, Sperandio FA, Formigoni CG. Perda auditiva induzida por ruído em dentistas: levantamento populacional no Brasil. Anais do 3º Congresso Brasileiro de Otorrinolaringologia, novembro, Recife - PE; 1996.

30. Souza HMM. R. Ruído: o inimigo invisível. Visão do cirurgião-dentista. Rev Bras Odontol 1997; 54(2):97-101.

31. Ivy AC. The physiology of work. J Am méd Assoc 1942; 118(8):569-73.

32. Abnt - Associação Brasileira De Normas Tecnicas. NBR ISO 7785-1 Peças de mão odontológicas. Parte I: Turbinas de ar de alta rotação. Rio de Janeiro, 1999.

33. Reston EG. Aferição do nível de ruído provocado por instrumentos de alta e baixa rotação. *JBC - Rev Bras Clin Integr* 2001; 5(26):133-5.
34. Regazzi R, Sarvat M, Torres ACM, Fassarella FM. Exposição do cirurgião dentista as diferentes fontes de ruído existentes no consultório odontológico. *Rev Bras Odontol* 2003; 60(3):150-1.
35. Garbin AJI, Garbin CAS, Ferreira NF, Ferreira NL. O Ruído no consultório odontológico: um problema ocupacional. *Rev Fac Odontol Anápolis* 2004; 6(1): 43-5.
36. Sheldon N, Skol H. Dental drill noise and hearing conservation. *N Y Dent J* 1984; 50(6):557-61.
37. Nogueira DP. Riscos ocupacionais de dentistas e sua prevenção. *Rev Bras Saúde Ocup* 1983; 41(11):16-24.
38. Abnt - Associação Brasileira De Normas Técnicas. Níveis de ruído para contorço acústico ABNT 101152. Rio de Janeiro, 1987.
39. Standfors CM, Standford JW. Assessment of noise reducing devices for the dental office personnel. *Quint Int* 1997; 18(1):789-92.
40. Dyson JE, Darvell BW. A laboratory evaluation of two brands of disposable air turbine handpieces. *Brit Dent J* 1997; 182(1):15-21.

# **Anexos**

*Nelly Foster Ferreira*

**Anexo 1 – Quadro 2 – Valores das 30 amostragens do ruído produzido pela caneta A de alta rotação expressos em decibels, nas 1/1 de bandas de oitavas (frequências), expressas Hertz. Campinas, HC – Unicamp, 2005.**

	31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	L <sub>Aeq</sub>
1	4,8	9,2	17,9	23,4	37,5	45,6	63,6	64,5	79,2	80,5
2	4,7	9,7	16,4	23,5	37,5	45,7	63,8	64,5	77,7	79,0
3	6,0	9,9	17,2	23,7	37,5	45,6	63,7	64,5	80,3	81,5
4	6,4	9,9	17,0	23,7	37,6	45,6	63,8	64,5	79,9	81,0
5	6,5	10,7	17,3	23,4	37,5	45,6	63,9	64,5	79,7	80,9
6	5,7	10,7	16,4	23,5	37,5	45,5	63,7	64,3	81,1	82,3
7	5,6	9,8	17,3	23,5	37,6	45,6	63,7	64,4	79,9	81,1
8	6,4	10,5	17,1	23,5	37,5	45,7	64,1	64,3	79,6	80,8
9	6,4	10,2	17,1	23,6	37,5	45,6	63,4	64,3	79,6	80,8
10	6,6	9,8	16,8	23,5	37,5	45,7	63,4	64,3	79,6	80,8
11	6,7	10,4	17,0	23,7	37,4	45,6	63,6	64,2	79,6	80,8
12	7,6	11,8	17,8	23,4	37,3	45,6	63,2	64,4	78,4	79,7
13	6,6	11,0	17,4	23,4	37,2	45,6	63,6	64,3	80,2	81,5
14	8,2	14,9	17,2	23,4	37,3	45,5	63,8	64,3	81,5	82,7
15	7,6	10,6	16,4	23,3	37,2	45,4	63,8	64,1	80,6	81,8
16	6,8	10,6	16,7	23,2	37,3	45,4	64,0	64,5	80,9	82,1
17	8,4	11,3	17,0	23,2	37,3	45,4	63,8	64,3	81,0	82,2
18	7,6	10,6	16,6	23,3	37,1	45,3	63,4	64,0	80,1	81,3
19	8,4	11,1	16,7	23,6	37,2	45,9	62,4	63,7	79,2	80,4
20	8,0	11,6	16,7	23,5	37,1	45,9	63,0	63,9	79,2	80,5
21	8,4	11,1	17,3	23,8	37,7	45,5	64,0	64,5	78,7	80,0
22	6,5	10,5	22,5	26,0	37,4	45,5	63,9	64,4	79,1	80,4
23	8,1	10,8	16,4	23,4	37,3	45,5	63,3	64,0	78,7	80,0
24	19,8	26,3	24,6	24,1	37,4	45,6	62,6	64,5	79,6	80,9
25	15,2	21,5	21,2	23,8	37,9	46,5	62,3	63,8	78,2	79,5
26	14,7	19,5	24,9	23,7	37,6	45,7	62,8	64,1	77,8	79,1
27	16,4	23,7	23,2	25,8	38,1	46,4	63,1	64,1	79,6	79,9
28	18,0	22,7	21,6	23,9	37,7	46,2	62,4	63,9	78,3	79,5
29	10,4	13,2	17,8	23,4	37,2	45,6	63,0	64,0	79,6	80,9
30	9,8	10,8	16,5	23,5	37,3	46,0	62,5	63,9	79,2	80,4
<b>L<sub>Aeq</sub></b>	<b>11,25</b>	<b>16,66</b>	<b>19,15</b>	<b>23,74</b>	<b>37,44</b>	<b>45,68</b>	<b>63,41</b>	<b>64,23</b>	<b>79,63</b>	<b>80,84</b>

**Anexo 2 – Quadro 3 – Valores das 30 amostragens do ruído produzido pela caneta B de alta rotação expressos em decibels, nas 1/1 de bandas de oitavas (frequências), expressas Hertz. Campinas, HC – Unicamp, 2005.**

	<b>31,5</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1.000</b>	<b>2.000</b>	<b>4.000</b>	<b>8.000</b>	<b>L<sub>Aeq</sub></b>
<b>1</b>	3,9	9,0	18,7	23,3	35,5	45,1	56,8	65,4	68,4	<b>70,9</b>
<b>2</b>	3,8	11,1	16,6	23,8	35,5	45,1	56,9	65,8	68,5	<b>71,0</b>
<b>3</b>	4,8	9,6	15,7	23,5	35,6	45,1	57,0	65,4	68,4	<b>70,8</b>
<b>4</b>	4,6	10,1	17,3	24,0	35,6	45,2	56,7	64,7	68,4	<b>70,7</b>
<b>5</b>	4,2	8,3	16,0	23,3	35,3	45,0	56,6	65,0	68,5	<b>70,8</b>
<b>6</b>	5,0	9,9	16,2	23,1	35,2	44,8	56,3	65,4	68,6	<b>71,0</b>
<b>7</b>	4,2	8,8	14,8	23,0	35,3	44,9	56,4	65,1	68,6	<b>70,9</b>
<b>8</b>	5,9	9,2	15,8	23,3	35,3	44,9	56,5	65,8	69,1	<b>71,5</b>
<b>9</b>	4,1	9,4	15,2	23,0	35,2	44,9	56,2	65,4	68,9	<b>71,1</b>
<b>10</b>	6,1	9,4	15,3	23,0	35,2	44,8	56,2	65,6	68,8	<b>71,2</b>
<b>11</b>	6,7	8,7	14,7	23,0	35,2	44,8	56,3	65,7	69,2	<b>71,5</b>
<b>12</b>	5,1	10,1	16,1	23,0	35,3	44,9	56,5	65,6	69,5	<b>71,7</b>
<b>13</b>	4,8	8,9	14,9	23,0	35,2	44,8	56,3	65,3	69,4	<b>71,5</b>
<b>14</b>	5,8	9,4	15,2	22,9	35,3	44,8	56,6	65,2	69,7	<b>71,7</b>
<b>15</b>	4,6	8,5	14,1	22,8	35,2	44,9	56,6	65,0	69,6	<b>71,7</b>
<b>16</b>	3,4	8,5	14,6	23,0	35,2	44,9	56,8	65,2	69,8	<b>71,8</b>
<b>17</b>	5,0	9,3	14,9	23,0	35,3	44,7	57,7	66,1	70,3	<b>72,4</b>
<b>18</b>	5,6	9,7	15,4	23,2	35,4	44,8	57,4	65,6	70,0	<b>72,1</b>
<b>19</b>	5,6	8,9	14,9	22,8	35,2	44,7	57,2	65,3	69,9	<b>72,0</b>
<b>20</b>	5,1	10,3	17,8	24,0	35,1	44,7	57,9	65,7	70,3	<b>72,4</b>
<b>21</b>	6,7	12,4	18,0	23,5	35,2	44,6	58,6	67,7	70,4	<b>72,9</b>
<b>22</b>	12,4	10,5	17,5	24,8	35,6	44,7	58,9	65,3	70,5	<b>72,9</b>
<b>23</b>	4,8	9,1	15,4	23,3	35,5	44,7	58,8	68,0	70,5	<b>73,1</b>
<b>24</b>	6,4	9,8	16,6	23,8	36,0	45,1	58,3	69,0	70,4	<b>73,2</b>
<b>25</b>	4,8	9,3	15,2	24,3	36,2	44,9	58,2	68,2	70,5	<b>73,0</b>
<b>26</b>	6,2	9,5	15,3	23,5	35,7	44,7	58,3	68,0	70,6	<b>73,1</b>
<b>27</b>	6,4	11,6	22,0	24,5	35,9	44,8	58,3	68,3	70,6	<b>73,2</b>
<b>28</b>	4,9	11,6	18,6	23,3	35,6	44,8	58,1	68,5	70,5	<b>73,1</b>
<b>29</b>	4,7	10,0	15,4	22,9	35,6	44,7	58,2	68,6	70,5	<b>73,2</b>
<b>30</b>	5,9	10,0	15,3	23,1	35,8	44,9	58,3	69,2	70,4	<b>73,3</b>
<b>L<sub>Aeq</sub></b>	<b>5,80</b>	<b>9,81</b>	<b>16,49</b>	<b>23,39</b>	<b>35,44</b>	<b>44,85</b>	<b>57,38</b>	<b>66,55</b>	<b>69,70</b>	<b>72,08</b>

**Anexo 3 – Quadro 4 – Valores das 30 amostragens do ruído produzido pela caneta C de alta rotação expressos em decibels, nas 1/1 de bandas de oitavas (frequências), expressas Hertz. Campinas, HC – Unicamp, 2005**

	<b>31,5</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1.000</b>	<b>2.000</b>	<b>4.000</b>	<b>8.000</b>	<b>L<sub>Aeq</sub></b>
<b>1</b>	4,9	10,5	17,0	22,0	36,6	43,9	56,3	76,9	73,6	<b>77,9</b>
<b>2</b>	4,8	9,5	14,2	21,4	36,4	43,8	56,6	76,1	73,3	<b>77,8</b>
<b>3</b>	4,0	9,9	14,1	21,4	36,5	43,8	57,1	76,0	73,2	<b>77,7</b>
<b>4</b>	4,5	10,0	14,4	22,0	36,5	43,9	57,6	76,3	73,1	<b>77,8</b>
<b>5</b>	3,9	8,6	15,0	22,0	36,6	43,9	57,8	76,6	73,3	<b>78,0</b>
<b>6</b>	4,0	8,5	17,6	22,9	36,6	44,0	57,9	76,5	73,2	<b>78,0</b>
<b>7</b>	4,3	9,1	14,9	22,5	36,6	44,0	57,9	77,9	73,9	<b>79,1</b>
<b>8</b>	5,5	9,1	14,6	22,5	36,5	43,9	57,7	78,5	73,3	<b>79,2</b>
<b>9</b>	5,1	8,6	14,0	22,1	36,6	43,9	57,1	79,8	72,6	<b>80,0</b>
<b>10</b>	4,8	9,3	14,8	22,1	36,5	43,8	56,7	79,6	72,1	<b>79,7</b>
<b>11</b>	6,4	8,8	14,1	22,1	36,2	43,8	56,3	79,4	70,5	<b>79,3</b>
<b>12</b>	5,0	9,6	14,2	21,4	36,1	43,7	56,3	79,6	68,5	<b>79,1</b>
<b>13</b>	4,0	8,1	14,2	21,0	36,0	43,7	56,2	79,4	68,3	<b>78,9</b>
<b>14</b>	4,3	8,2	14,8	21,1	35,8	43,8	56,3	79,3	68,2	<b>78,8</b>
<b>15</b>	3,9	8,1	15,4	21,1	35,8	43,8	56,1	79,2	67,2	<b>78,7</b>
<b>16</b>	8,5	10,4	15,7	21,7	36,1	43,7	56,2	79,8	69,0	<b>79,4</b>
<b>17</b>	4,9	8,9	15,2	20,4	35,8	43,9	56,3	80,1	66,4	<b>79,5</b>
<b>18</b>	3,6	7,5	14,4	19,9	35,6	44,1	56,2	81,1	68,0	<b>80,5</b>
<b>19</b>	4,3	8,2	14,1	19,3	35,5	44,2	56,0	81,5	68,1	<b>80,8</b>
<b>20</b>	5,6	9,3	15,8	19,3	35,5	44,4	55,8	81,7	66,0	<b>80,9</b>
<b>21</b>	4,1	8,1	14,5	20,0	35,6	44,5	56,1	81,9	65,8	<b>81,1</b>
<b>22</b>	4,8	8,6	14,0	19,2	35,5	44,5	56,0	81,8	66,0	<b>81,6</b>
<b>23</b>	4,8	9,7	13,6	19,2	35,5	44,5	56,0	81,6	66,2	<b>80,8</b>
<b>24</b>	3,7	8,5	13,8	19,5	35,5	44,4	56,1	81,3	67,3	<b>80,6</b>
<b>25</b>	3,0	10,5	13,9	19,4	35,6	44,2	55,9	81,2	67,8	<b>80,6</b>
<b>26</b>	4,3	9,9	13,5	19,1	35,6	44,4	56,2	91,8	66,8	<b>81,1</b>
<b>27</b>	3,4	8,5	13,7	19,1	35,3	44,7	56,0	81,4	65,3	<b>80,6</b>
<b>28</b>	4,5	9,0	13,8	19,1	35,3	44,8	56,0	81,5	65,4	<b>80,7</b>
<b>29</b>	3,9	8,9	14,8	19,0	35,3	44,7	56,1	81,8	65,5	<b>81,0</b>
<b>30</b>	4,1	13,2	15,2	18,8	35,3	44,8	56,0	81,9	65,2	<b>81,1</b>
<b>L<sub>Aeq</sub></b>	<b>4,70</b>	<b>9,32</b>	<b>14,75</b>	<b>20,88</b>	<b>35,96</b>	<b>44,13</b>	<b>56,54</b>	<b>81,71</b>	<b>70,22</b>	<b>79,83</b>

**Anexo 4 - Tabela 10 – Valores calculados e observados das 30 amostragens das três canetas de alta rotação (A,B e C), referentes aos dados obtidos do Quadro 2. Campinas, HC – Unicamp, 2005.**

Caneta/ Hz Parâmetro	A 31,5Hz	B 31,5Hz	C 31,5Hz	A 63 Hz	B 63 Hz	C 63 Hz	A 125 Hz	B 125 Hz	C 125 Hz	A 250 Hz	B 250 Hz	C 250 Hz	A 500 Hz	B 500 Hz	C 500 Hz
	<b>Média</b>	11,25	5,80	4,70	16,66	9,81	9,32	19,15	16,49	14,75	23,24	23,39	20,88	37,44	35,44
<b>Desvio Padrão</b>	3,96	1,59	1,02	4,73	0,98	1,08	2,56	1,65	0,95	0,63	0,52	1,34	0,23	0,49	0,27
<b>Intervalo de Confiança</b>	7,26 a 10,22	4,79 a 5,98	4,18 a 4,94	11,05 a 4,58	9,33 a 10,06	8,76 a 9,58	17,25 a 9,15	15,50 a 16,73	14,29 a 15,00	23,45 a 3,93	23,17 a 23,56	20,19 a 21,19	37,36 a 37,52	35,76 a 36,13	35,34 a 35,54
<b>Valor Mínimo</b>	4,70	3,40	3,00	9,20	8,30	7,50	16,40	14,10	13,50	23,20	22,80	18,80	37,10	35,10	35,30
<b>Mediana</b>	7,60	5,00	4,30	10,75	9,45	8,95	17,15	15,40	14,40	23,50	23,25	21,05	37,45	35,30	35,80
<b>Valor Máximo</b>	19,80	12,40	8,50	26,30	12,40	13,20	24,90	22,00	17,60	26,00	24,80	22,90	38,10	36,20	36,60
<b>Probabilidade da Normalidade</b>	<0,001	0,025	0,025	<0,001	>0,10	>0,10	<0,001	0,003	0,096	<0,001	0,001	0,016	0,044	0,0004	0,006
<b>Normalidade</b>	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não

**Anexo 5 - Tabela 11 – Valores calculados e observados das 30 amostragens das três canetas de alta rotação (A,B e C), referentes aos dados obtidos do Quadro 3. Campinas, HC – Unicamp, 2005**

<b>Caneta/ Hz</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>									
<b>Parâmetro</b>	<b>1000 Hz</b>	<b>1000 Hz</b>	<b>1000 Hz</b>	<b>2000 Hz</b>	<b>2000 Hz</b>	<b>2000 Hz</b>	<b>4000 Hz</b>	<b>4000 Hz</b>	<b>4000 Hz</b>	<b>8000 Hz</b>	<b>8000 Hz</b>	<b>8000 Hz</b>
<b>Média</b>	45,68	44,85	44,13	63,41	57,38	56,54	64,23	66,55	81,71	79,63	69,70	70,22
<b>Desvio Padrão</b>	0,28	0,15	0,36	0,54	0,89	0,66	0,24	1,44	2,97	0,95	0,82	3,16
<b>Intervalo de Confiança</b>	45,57 a 45,78	44,80 a 44,91	43,98 a 44,25	63,19 a 63,59	56,96 a 57,63	56,25 a 56,74	64,14 a 64,32	65,77 a 66,84	78,94 a 81,16	79,18 a 79,89	69,32 a 69,93	67,93 a 70,28
<b>Valor Mínimo</b>	45,30	44,60	43,70	62,30	56,20	55,80	64,70	64,70	76,00	77,70	68,40	65,20
<b>Mediana</b>	45,60	44,80	43,95	63,60	56,95	56,20	63,30	65,60	79,80	79,60	69,75	68,15
<b>Valor Máximo</b>	45,50	45,20	44,80	64,10	58,90	57,90	64,50	69,20	91,80	81,50	70,60	73,90
<b>Probabilidade da Normalidade</b>	<0,001	0,009	0,0004	0,009	0,018	<0,001	0,002	<0,001	0,0002	>0,10	0,005	0,019
<b>Normalidade</b>	Não	Sim	Não	Não								

Autorizo a reprodução deste trabalho.

Araçatuba, 07 de dezembro de 2005.

NELLY FOSTER FERREIRA

*Nelly Foster Ferreira*