

LÍSCIA LAMENHA APOLINÁRIO FERREIRA

**Amplitude das emissões otoacústicas por produto de
distorção em motociclistas normo-ouvintes**

Tese apresentada ao Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: Otorrinolaringologia
Orientador: Prof. Dr. Ossamu Butugan

São Paulo

2005

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Ferreira, Lísia Lamenha Apolinário

Amplitude das emissões otoacústicas por produto de distorção em motociclistas normo-ouvintes / Lísia Lamenha Apolinário Ferreira. -- São Paulo, 2005.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia.

Área de concentração: Otorrinolaringologia.

Orientador: Ossamu Butugan.

Descritores: 1.EFEITOS DO RUÍDO 2.MOTOCICLETAS
3.AUDIOMETRIA DE TONS PUROS

USP/FM/SBD-088/05

Dedico ao meu marido pela paciência e incentivo, e pela compreensão da ausência do convívio familiar, e a minha filha **Fernanda** que de forma carinhosa preencheu esta lacuna.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **Deus** pelo caminho de luz no percurso desta caminhada e em toda minha vida.

Ao **Prof. Dr. Ossamu Butugan**, excelente orientador, pela possibilidade em compartilhar muito da sua experiência profissional e pessoal e pela disponibilidade presente em todos os momentos durante o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao **Prof. Dr. José Alexandre Médicis da Silveira**, pela contribuição ímpar em minha formação profissional como médica, que sempre preconiza a relação médico-paciente, e em meu processo de amadurecimento como médica otorrinolaringologista e como pós-graduanda.

Aos **funcionários da Empresa de Correios e Telégrafos** pela colaboração sem a qual não poderia ter realizado o presente estudo.

À **Empresa de Correios e Telégrafos**, conjuntamente o **Setor de Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT)** e **Centro de Distribuição Domiciliar (CDD)** com seus respectivos gerentes, pela disponibilidade e contribuição às informações aqui analisadas.

À **Clínica Otorhinus** formada pelos médicos **Prof. Dr. Silvio Antonio**

Marone, Prof. Dr. José Alexandre Médicis da Silveira, Dr. Oswaldo Martucci Júnior, Dr. Mario G. Hausis (*in memorian*), amiga e gerente **Amélia Uema** e toda sua equipe de funcionários que desde a minha residência médica considere-os como a segunda família em São Paulo e pela possibilidade em realizar os exames necessários para o desenvolvimento desta pesquisa sem ônus.

Às **fonoaudiólogas da Clínica Otorhinus**, em especial a **Sandra Murrat e Roseli Bonilha Marotta**, pela grande colaboração na realização dos exames audiométricos.

Aos **funcionários do Departamento da Oftalmologia e Otorrinolaringologia da FMUSP**, aos **colegas da residência médica** e aos amigos em geral conquistado no período de formação na pós-graduação pela grande amizade, apoio e respeito durante a realização deste estudo.

À equipe de professores do Departamento de Medicina Social da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, em especial ao **Prof. Dr. Luis Carlos Morrone** que desde a idealização do presente estudo sempre incentivou com suas sugestões e críticas.

A ilustre preceptora e amiga **Dra. Fabiana Gonzalez-D'Ottaviano** pela contribuição na formação acadêmica e científica.

Aos **meus pais**, em especial a minha querida mãe, pelo apoio, pela torcida e

compreensão de todos os momentos de muita ansiedade.

Aos meus irmãos, **Antonio, Carlson, Laise, Ladjane e Michel** pela imensa torcida.

SUMÁRIO

Lista de Símbolos

Lista de Siglas

Resumo

Abstract

Normas da revista *Hearing Research*

Paper para publicação

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1 Motociclistas.....	18
2.2 Emissões otoacústicas.....	19
2.2.1 Emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção (EOAEPD)	19
2.2.2 Estudo das EOAEPD na perda auditiva induzida por ruído (PAIR)	21
3 CASUÍSTICA E MÉTODOS	30
3.1 Casuística.....	30
3.1.1 Critérios de inclusão.....	32
3.1.2 Critérios de exclusão.....	33
3.2 Métodos.....	33
3.2.1 Audiometria tonal.....	33
3.2.2 Audiometria vocal.....	34
3.2.3 Imitância acústica.....	34
3.2.3.1 Timpanometria.....	34
3.2.3.2 Reflexos acústicos dos músculos do estapédio.....	34
3.2.4 Registro das emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção.....	35
3.2.5 Dosimetria de ruído.....	36
3.3 Análise estatística.....	38

4 RESULTADOS	39
4.1 Características da população estudada.....	39
4.2 Registro das emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção.....	41
4.2.1. Variação da amplitude de EOAEPD entre os grupos.....	41
4.2.2 Variação da amplitude das EOAEPD menos o ruído de fundo.....	45
4.3 Dosimetria.....	48
5 DISCUSSÃO	49
5.1 Seleção dos trabalhadores.....	49
5.2 Registros das emissões otoacústicas por produto de distorção.....	50
5.2.1 Variação da amplitude das EOAEPD entre os grupos.....	50
5.2.2 Variação da amplitude de EOAEPD menos o ruído de fundo entre os grupos.....	54
5.2.3 Sintomas auditivos e não auditivos.....	56
5.2.4 Exposição ao ruído não ocupacional.....	57
5.3 Considerações finais.....	58
6 CONCLUSÃO	62
7 ANEXOS	63
ANEXO A - Aprovação da comissão de ética do hospital das clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HCFMUSP).....	63
ANEXO B - Termo de consentimento.....	64
ANEXO C - Questionário do grupo de carteiros motociclistas.....	68
ANEXO D - Questionário do grupo controle.....	70
8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

LISTA DE SIMBOLOS

ATL	Audiometria Tonal Liminar
CAE	Conduto Auditivo Externo
CCE	Células Ciliadas Externas
CCI	Células Ciliadas Internas
CDD	Centro de Distribuição Domiciliar
dB	decibel
dB (A)	decibel – (Medida da exposição ao ruído)
dB NA	decibel - Nível de Audição
dB NPS	decibel - Nível de Pressão Sonora
DLP	Deslocamento Limiar Permanente
DLT	Deslocamento Limiar Temporário
DP- <i>Gram</i>	Produto de Distorção no método <i>Gram</i>
ECT	Empresa de Correios e Telégrafos
EOA	Emissões Otoacústicas
EOAE	Emissões Otoacústicas Evocadas
EOAEs	Emissões Otoacústicas Espontâneas
EOAET	Emissões Otoacústicas Evocadas Transientes ou Transitórias
EOAEPD	Emissões Otoacústicas Evocadas por Produto de Distorção
GM	<i>Geometric mean</i> (Média Geométrica)
Hz	hertz
kHz	quilohertz
NPS	Nível de Pressão Sonora
OI	Orelha Interna
PAIR	Perda Auditiva Induzida pelo Ruído
PAIRO	Perda Auditiva Induzida por Ruído Ocupacional
PD	Produto de Distorção
PD-RF	Produto de Distorção Subtraído do Ruído de Fundo
PANPSE	Perda Auditiva por Níveis de Pressão Sonora Elevado

PTS	<i>Permanent Threshold Shift</i>
RF	Ruído de Fundo
SRT	<i>Speech Reception Threshold</i>
TTS	<i>Temporary Threshold Shift</i>

LISTA DE SIGLAS

MTE Ministério do Trabalho e Emprego

SESMT Setor de Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho

Ferreira LLA. *Amplitude das emissões otoacústicas por produto de distorção em motociclistas normo-ouvintes* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2005. 80 p.

Introdução: Os motociclistas estão expostos tanto ao ruído ambiental como ao ruído gerado pela própria motocicleta. Tal exposição ao ruído pode provocar lesões na orelha interna, de modo que o registro das emissões otoacústicas por produto de distorção (EOAEPD) pode evidenciar as alterações de forma precoce. **Objetivo:** Verificar as variações das amplitudes das emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção nos carteiros motociclistas normo-ouvintes de acordo com o tempo de exposição a ruído e analisar com trabalhadores normo-ouvintes não expostos a ruído ocupacional. **Método:** Foram avaliados 148 trabalhadores normo-ouvintes, distribuídos em quatro grupos: grupo I com exposição a ruído menor ou igual a dois anos, o grupo II com mais de dois anos e menos de cinco anos e o grupo III maior ou igual a cinco anos de exposição e o grupo IV não exposto ao ruído. Todos os trabalhadores selecionados foram submetidos ao registro das EOAEPD. **Resultados:** O grupo I apresentou amplitudes mais elevadas em 7250 Hz e 5128 Hz ($p < 0,05$), em comparação aos grupos II, III e IV. As menores respostas de amplitudes das EOAEPD ocorreram no grupo controle (grupo IV), sendo estatisticamente significativo nas frequências entre 5128 Hz e 2588 Hz ($p < 0,05$). **Conclusão:** Os resultados sugerem que o monitoramento no início da exposição ao ruído ocupacional, por meio das emissões otoacústicas por produto de distorção, possibilita a detecção de alterações fisiopatológicas precoces da orelha interna por causa da presença de incrementos no registro da amplitude das EOAEPD. Estes incrementos precedem as alterações na audiometria tonal liminar e a ausência ou diminuição na amplitude das EOAEPD.

Descritores: Efeitos do ruído - Motocicletas - Audiometria de tons puros

Ferreira LLA. *Amplitude of the distortion product otoacoustic emissions in normo-listeners motorcyclists*. [Thesis]. São Paulo: School of Medicine, University of São Paulo; 2005. 80 pp.

Introduction: The motorcyclists are exposed as much to the environmental noise as to the noise generated by the own motorcycle. Such exposition to noise can provoke lesions in the internal ear and the registration of the distortion product otoacoustic emissions (DPOAEs) can evidence the alterations in a precocious way. **Objective:** To verify the variations of the amplitudes of the otoacoustic emissions evoked by distortion product in the postmen normo-listeners motorcyclists' in agreement with the time of exposition to noise and to analyze with normo-listeners workers not exposed to occupational noise. **Method:** Hundred and forty-eight normo-listeners workers has been evaluated, distributed into four groups: group I – exposed to a smaller noise equivalent to two years noise-exposition; group II – equivalent to more than two years exposition and less than five years; group III – larger or equal to five years exposition; and the group IV – workers not exposed to noise being assigned to the control group. All selected workers were submitted to DPOAEs registration. **Results:** The group I presented higher amplitudes for 7250 Hz and 5128 Hz frequencies ($p < 0.05$), in comparison with the groups II, III and IV. The lowest values of DPOAEs amplitudes were observed in the control group (group IV), being statistically significant for frequencies between 5128 Hz and 2588 Hz ($p < 0.05$). **Conclusion:** The results suggest that early monitoring of the exposition to occupational noise, through the distortion product otoacoustic emissions, makes possible the detection of precocious physiopathologic alterations of the internal ear due to the presence of increments in the amplitude registration of the DPOAEs. These increments precede the alterations in the preliminary tonal audiometry and the absence or decrease in the amplitude of the DPOAEs.

Descriptors: Noise effects - Motorcycles - Pure tone audiometry

Normas da revista *Hearing Research*



Guide for Authors - Instructions to Authors

1. Aims and scope

The aim of the Journal is to provide a forum for papers concerned with basic auditory mechanisms. The Editor of the Journal is prepared to consider original research papers in the form of full-length Research Papers, Review Papers, and Letters to the Editor. Short Communications are not encouraged but will be considered under special circumstances. Papers submitted should deal with auditory neurophysiology, ultrastructure, human psychoacoustics and behavioral studies of hearing in animals and models of auditory function. Papers on comparative aspects of hearing in animals and humans, and on effects of drugs and environmental contaminants on hearing function will also be considered. Clinical papers that contribute to the understanding of normal and pathologic hearing functions will also be considered.

2. Types of papers

1. Research Papers should deal with original research not previously published or being considered for publication elsewhere.
 2. Review Papers should provide a survey, evaluation, and critical interpretation of recent research results and concepts in the fields covered by the Journal.
 3. Letters to the Editor should be comments on or clarifications of articles published in the Journal.
 4. Short Communications should be brief reports of research that is less extensive than that published in full-length papers.
- Announcements that the Editor considers to be of interest to readers of the Journal will also be considered for publication in the Calendar of Events.

3. Online Submission procedure

It is now possible to submit your manuscript to the *Hearing Research* Editorial office electronically.

Before submitting, it is essential that you refer to the Elsevier Artwork Guidelines: <http://www.elsevier.com/locate/authorartwork>

Once you are ready to submit:

1. Select 'Submit online to this journal' option from the 'Journal Services' on the 'Author Gateway'.
2. Follow prompts online. Please note that at each stage of the submission process it is possible to go back a step, save the submission to continue later or remove/change any information already entered.
3. The submission tool will generate a PDF file to be used for the reviewing process.
4. You will receive confirmation of your submission, and further progress of your paper at every stage of its review period thereafter, via e-mail.

4. Hardcopy Submission procedure

Manuscripts should be submitted to:
Professor Aage Moller (Editor-in-Chief)
Editorial Office of Hearing Research
U.T. Dallas/Callier Center for Communication Disorders
1966 Inwood Road, Dallas, TX 75235 USA
Tel.: (214) 905-3148
Fax: (214) 905-3006
E-mail: hear-res@utdallas.edu

One or two reviewers from the Editorial Board may be suggested by the authors, and these will be taken into consideration by the Editor. The act of submitting a manuscript to the Journal carries with it the right to publish that paper and implies the transfer of the copyright from the author to the Publisher.

5. Free Colour reproduction

If, together with your accepted article, you submit usable colour figures then Elsevier Science will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in colour on the web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in colour in the printed version. For colour reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <http://www.elsevier.com/locate/authorartwork> as well as the next section of the Instructions for Authors below.

Please note: Because of technical complications which can arise by converting colour figures to 'grey scale' (for the printed version should you not opt for colour in print) please submit in addition usable black and white prints corresponding to all the colour illustrations. For manuscripts submitted online, a file of a black and white version of each colour should be uploaded, in addition to the colour figure file.

6. Preparation of manuscripts

Manuscripts must be in English, typed with double spacing and wide margins, on one side of the paper only. Tables should be typed with double spacing, each on a separate sheet of paper, and numbered consecutively. Tables should contain only horizontal lines and each should have a descriptive heading (legend) above the table. Footnotes and explanations if applicable should be placed underneath each table. The original manuscript, including figures and tables, and 3 copies must be submitted. The title of all manuscripts should be informative and preferably not longer than 85 characters, including spaces. Extraneous words such as "study", "investigation", etc., should be avoided. Full-length Research and Review Papers should include a summary (on page 2) not exceeding 200 words, followed by 3 to 6 keywords.

Research Papers should be divided into sections 0378-5955 / 01 Copyright 2002 Elsevier B.V. All rights reserved.

(Introduction, Materials and methods, Results, Discussion, References, and a separate list of the figure legends).

Authors' full names and academic addresses should be given on the title page of all manuscripts. The name of the corresponding authors should be indicated, and telephone and fax numbers as well as Email address should also be given.

If papers that are in press are cited, 3 copies of those papers (either manuscript or proof) must accompany the submission of manuscripts. If work is reported that involves experimentation on animals or humans, a statement must be included in the manuscript at the end of the Materials and methods section stating that experimentation on humans or animals has been approved by a specific university's Animal Care and Use Committee or, for studies involving humans, the Institutional Review Board of the university where the study is performed, or equivalent. If these options do not apply, please contact the Editor. If drugs or substances that are not commercially available are used in the studies that are reported, information about how to obtain the substances in question must be included so that other investigators can replicate the studies. Figures should be original laser prints or sharp photographic prints on glossy paper in a form suitable for reproduction. Half-tone (black and white or color) illustrations should be sharp with good contrast on glossy paper.

Authors are encouraged to submit digital files of illustrations. Use at least a resolution of 600 dpi for line drawings and at least 300 dpi, for halftone illustration (such as micrographs) including color illustrations. The resolutions given refer to the size at which the illustrations are expected to appear in the Journal. The preferred file format for line drawings is encapsulated postscript (EPS) and TIFF for halftone illustrations including color illustrations. Please use your equipment's export capabilities to generate files in these formats. If that is not possible please contact the Editorial Office. (for further information on electronic graphics preparation please consult <http://www.elsevier.com/locate/authorartwork>). A hard copy should also accompany the manuscript.

Contributors are encouraged to prepare figures including micrographs for one column (84 mm) or the entire page (178 mm). The maximum height is 240 mm. The size of lettering on figures should be in proportion to the size of the figure.

Authors may request that figures and micrographs appear in print with a specified size. Details should be typed on a separate sheet. If the authors do not provide such instructions the Publisher will select the size of the appearance of figures. Color reproduction will be accepted when essential for the presentation of work. Authors wanting to include color illustrations should discuss this with the Editor.

References should be assembled in alphabetical order on a separate sheet. In the text they should be referred to by name and year (Harvard System). More than one paper from the same author in the same year must be identified by the letters a, b, c, etc., placed after the year of publication. In the text, when referring to a work by more than two authors, the name of the first author should be given followed by et al. Literature references must consist of names and initials of all authors, year, title of paper referred to, volume number and

first and last pages of the paper. Periodicals (i), books (ii), and multi-author books (iii) should accord with the following examples: Komeda, M., Raphael, Y., 1996. Gentamicin distribution in the basilar papilla: possible association with regenerated hair cell orientation. *Hear. Res.* 102, 81-9.

(i) Webster, D.B., Popper, A.N., Fay, R.R., 1992. *Mammalian Auditory Pathway: Neuroanatomy*. Springer, New York.

(ii) Mills, J.H., Boettcher, F.A., Dubno, J.R., Schmiedt, R.A., 1996. Psychophysical and evoked response studies of aged subjects: masking by low noise. In: Axelsson, A., Borchgrevink, H., Hamernik, R., Hellstrom, P., Henderson, D., Salvi, R. (Eds.), *Scientific Basis of Noise-Induced Hearing Loss*. Thieme Medical Press, New York, pp. 181-192.

(iii) Abbreviations of journal titles should conform to the List of Serial Title Word Abbreviations, International Serials Data System, 20, rue Bachaumont, 75002, Paris, France. ISBN: 2-904938-02-8.

Word processing disks: Paper copies are sufficient for the initial submission. After revision, the original revised manuscript and two copies should be submitted together with a copy on disk. Submission of a manuscript in computer-readable form eliminates the need for re-keying the text and reduces typesetting errors. The contents on the disk must be identical to the paper copy. Disks should be 3 1/2 inch computer disks or CDs, clearly labeled with the type of computer (e.g., PC or Macintosh), the word-processing software used (e.g., MSWord, Wordperfect 7, etc.), the first three words of the title of the manuscript and author's name. Most word-processing files are acceptable (do not send text (ASCII) files). Authors in Japan please note: Upon request, Elsevier Japan will provide authors with a list of people who can check and improve the English of their paper (before submission). Please contact our Tokyo office: Elsevier Japan, 1-9-15 Higashi-Azabu, Minato-ku, Tokyo 106-0044; Tel.: (03) 5561-5032; FAX: (03) 5561-5045.

7. Proofs

Proofs will be sent to the corresponding author (first author unless otherwise indicated on the title page). The proofs should be checked carefully and returned by E-mail, fax or (air)mail within 48 hours of receipt (also in case of no corrections). Only printer's errors should be corrected. Other changes or additions to the proof of the manuscript may result in delayed publication and extra cost to the author. If changes in meaning are made, the manuscript may have to be re-reviewed. *Instructions to Authors / Hearing Research* 163 (2002) 125-127, 126

8. Offprints

Offprints may be ordered by filling in and returning to the Publisher the order form sent to the corresponding author. Per contribution 25 free offprints will be made available.

9. Copyright

The publisher sends a 2-page copyright transfer agreement after the paper has been accepted for publication. The corresponding author must sign it on behalf of all the authors and return both pages to the Publisher.

10. Information on accepted papers

For information on your "in press" paper please contact the Issue Manager, nlinfo-f@elsevier.nl. Information on the status of your paper may also be found via the Internet at www.elsevier.com/oasis. You will find more information in the letter sent to you by the Publisher upon arrival of your paper. For publication data and offprints of your paper please contact Elsevier B.V., Author Support Department, P.O. Box 2759, 1000 CT Amsterdam, The Netherlands; Fax: +31-20-485-3752; E-mail: authorsupport@elsevier.nl or visit the website: www.elsevier/locate/authors.

**AMPLITUDE OF THE DISTORTION PRODUCT
OTOACOUSTIC EMISSIONS IN NORMO-LISTENERS
MOTORCYCLISTS'**

Author:

Líscia Lamenha Apolinário Ferreira. MD Department of Ophthalmology and Otorhinolaryngology of the School of Medicine of the University of San Paulo.

Co-author:

Dr. Ossamu Butugan. Associated professor of Otorhinolaryngology of the School of Medicine of the University of San Paulo

Study developed at the Otorhinolaryngology Clinic of the Clinic Hospital of the School of Medicine of the University of San Paulo.

Address:

Liscia Lamenha Apolinário Ferreira

Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 255 6º andar sala 6021

São Paulo, SP, CEP:05403-000.

Tel.:(0xx11)3069-6288 – Fax (0xx11)3069-7833

E-mail: liscialamenna@hotmail.com

ABSTRACT

Introduction: The motorcyclists are exposed as much to the environmental noise as to the noise generated by the own motorcycle. Such exposition to noise can provoke lesions in the internal ear and the registration of the distortion product otoacoustic emissions (DPOAEs) can evidence the alterations in a precocious way. **Objective:** To verify the variations of the amplitudes of the otoacoustic emissions evoked by distortion product in the postmen normo-listeners motorcyclists' in agreement with the time of exposition to noise and to analyze with normo-listeners workers not exposed to occupational noise. **Method:** Hundred and forty-eight normo-listeners workers has been evaluated, distributed into four groups: group I – exposed to a smaller noise equivalent to two years noise-exposition; group II – equivalent to more than two years exposition and less than five years; group III – larger or equal to five years exposition; and the group IV – workers not exposed to noise being assigned to the control group. All workers were submitted to DPOAEs registration. **Results:** The group I presented higher amplitudes for 7250Hz and 5128Hz frequencies ($p < 0.05$), in comparison with the groups II, III and IV. The lowest values of DPOAEs amplitudes were observed in the control group (group IV), being statistically significant for frequencies between 5128Hz and 2588Hz ($p < 0.05$). **Conclusion:** The results suggest that early monitoring of the exposition to occupational noise, through the distortion product otoacoustic emissions, makes possible the detection of precocious physiopathologic alterations of the internal ear due to the presence of increments in the amplitude registration of the DPOAEs. These increments precede the alterations in the preliminary tonal audiometry and the absence or decrease in the amplitude of the DPOAEs.

Descriptors: Distortion product otoacoustic emission; motorcyclists; Noise-induced hearing loss; Tonal audiometry

1 INTRODUCTION

The motorcyclists are exposed to the environmental noise and to noise generated by the own motorcycle.

In the last decade of the 19th century and in the first decades of the 20th century, in the most economically developed countries, drastic transformations happened in people's lifestyle, because were reflected in their habits and daily way of life as well in the rhythm and intensity of transports, communications and works (Barbosa, 2001).

At the same time the motorcycle become a mean of transport that for much time was considered as an irritating and noisy vehicle, because of the inexistence of municipal regulations to prevent noise excess in the urban area as in sporting activities (McCombe et al., 1995).

Ross (1989) described that the motorcycle speed is a factor that contributes to increase the noise to which the rider is exposed, jointly with the size and type (full or open) of face safety helmets used.

McCombe et al. (1994) evaluated prevalence of noise-induced hearing loss (NIHL) by means of tonal audiometry in the motorcycling occupational pilots. They observed that 45% of these professionals developed *Temporary Threshold Shift* (TTS) in comparison to that of the control group composed of individuals not exposed to high intensity noise and of the same age group.

The procedure used in the occupational area, to evaluate workers exposed to noise, is the liminar tonal audiometry. A distinguishing disadvantage in this procedure is the low sensitivity to detect cochlear modifications that occur before hearing loss be showed on the audiogram. Therefore, the examination that

complements preliminary tonal audiometry, to select and to monitor possible precocious cochlear modifications, would be the otoacoustic emissions analysis (OEA).

Kemp (1978) was the first researcher to prove that the energy was really emitted by the cochlea and that can be registered as acoustic vibrations in the external acoustic meatus, by using adequate methods and equipment. It was considered that its origin is associated with mechanical processes of the external ciliated cells, mediated through the action of the efferent hearing nervous ways.

The authors adopt OEAs to evaluate hearing alterations together with other examinations already established since it is a complementary examination that is fast, objective, non invasive and capable to detect minimum cochlear modifications. The most OEAs modalities used in clinics are: transitory evoked (TOAEs) and distortion product otoacoustic emissions (DPOAEs)

The DPOAEs analysis uses as a stimulation two simultaneously presented pure tones that allow verifying the cochlear condition in a frequency that is the geometric center of these two pure tones. Consequently, it is possible to verify the performance of the cochlea for specific frequencies.

The aims of this study are to verify amplitude variations of otoacoustic emissions evoked by distortion product in normo-listeners motorcyclists in agreement with the exposition time, to analyze along with normo-listeners motorcyclists not exposed to occupational noise and to correlate the amplitude of the otoacoustic emissions evoked by distortion product for the right and left ears.

2. CASUISTIC AND METHODS

2.1 Casuistic

Hundred and forty-eight occupational workers of the Post and Telegraphs Company (MTC), active as postman motorcyclist's who use motorcycles Honda CG 125 as a transportation mean to develop their function were evaluated. They were daily (8 hours) exposed to occupational noise, from December 2001 to June 2003. The riders were directed to the clinic *Othorinus*, to undergo to otorhinolaringologic and audiologic exams, without obligation.

Workers selected for this study were divided into four groups: group I, II, III normo-listeners exposed to noise and the group IV formed by workers, also normo-listeners, not exposed to noise. The group I was composed of 37 normo-listeners postmen, males (100%), ages between 21 and 39 years (mean age 25 years) and exposed to noise smaller or equivalent to two years work. The group II, formed by 41 normo-listeners postmen, males (100%), with ages from 21 to 38 years (mean age 27 years), exposed to a noise equivalent to more than two years exposition and less than five years. The group III, formed by 41 normo-listeners postmen, males (100%), with ages from 21 to 38 years (mean age 27), exposed to a noise greater or equal to a time of five years work. The group IV (control group) was composed of 34 postmen riders, males (100%), with ages between 19 and 45 years (33 years on average), workers of the administration sector. therefore not exposed to the motorcycle noise.

The inclusion criterions were: workers who use motorcycles (groups I, II and III), otoscopy without alterations; tonal thresholds inferior or equal to 25dB NA for 0.25kHz to 8kHz frequencies; timpanometry (A-type) and contra-lateral acoustic

reflexes present in 0.5kHz, 1kHz, 2kHz and 4kHz frequencies; males with ages between 18 and 45 years.

Regarding the exclusion criteria, those workers with alterations in the otorhinolaringologic or audiologic exam; personal morbidity as current history of otologic disease or chronic otopathy, observed through clinical exam; and those using ototoxic medicine were excluded.

2.2 Methods

All the workers were submitted to a complete otorhinolaringologic exam with emphasis in othoscopy to move away diseases of the medium or external ear.

Each worker's audiologic evaluation consists of the following tests: conventional liminar tonal audiometry, vocal audiometry, acoustic imitanciometry, registration of the distortion product otoacoustic emissions.

2.2.1 Evoked distortion product otoacoustic emissions record

The record of the distortion product otoacoustic emissions (DPOAEs) was made by means of the otoacoustic emissions analyzer Bio-Login Systems Corporation, program Scout Sport (Distortion Product Otoacoustic Emissions Measurement System – program version 1.54) inside a silent local. Stimulus intensities were $L_1 = 65\text{dB}$ and $L_2 = 55\text{dB}$ NPS and the frequency, $f_2/f_1 = 1.2$ and the distortion product = $2f_1 - f_2$. This way it was possible to obtain a response curve between 500Hz and 8000Hz frequencies, of the type DP-*Gram* (Hauser; Probst, 1991; Gorga et al., 1996; Lonsbury-Martin, 1997). The program rejects irreproducible emissions. The program also rejects emissions that do not reach reproducibility of at least 50% and answers were considered when the width of the

measured DPOAEs in dB NPS was at least 6dB above the background noise for each studied frequency (Kimberley et al., 1997; Beatice; Bleech, 2000).

During the examination the equipment used to register the DPOAEs emits a sequence of repeated resonant sounds in three consecutive times. Therefore, for only one tested ear, there are three resulting values obtained for each studied frequency 676Hz, 932Hz, 1304Hz, 1818Hz, 2588Hz, 3614Hz, 5128Hz and 7250Hz, being the frequencies 2588Hz, 3614Hz, 5128Hz and 7250Hz of interest for the present study because are that which suffer less influences during the registrations of the DPOAEs. Therefore, to have a final result for each one of these frequencies and for each tested ear, arithmetic average of these three values was calculated.

2.2.2 Noise dosimetry

The measure of noise level to which the groups I, II and III were exposed was accomplished by a technician in work safety through a dose meter (Simpson 897) with a microphone of eleven millimeters. For the accomplishment of dose a portable dose meter was given to four workers. Two of them worked in the central area of the city and the other two with activities in outlying neighborhoods with routes that include high-speed tracks. Each worker repeated the measure in the second day using the microphone on the opposite side (on first day beside the right ear and on the second day beside the left ear) in routine itineraries in areas with similar characteristics to the one of the first day (FUNDACENTRO 1998).

2.2.3 Statistical analysis

In this study the Analysis of Variance (ANOVA) was applied with three factors, being the Group factor (Control/Exposed smaller than 2 years/Exposed between 2 and 5 years/Exposed during 5 years or more) as independent factor and

the Side factors (right/left) and frequencies (7250-2588Hz) as paired values, with a 5% level significance. The main study factor was considered as the group factor (Maxwell, 1997).

This study was approved by the Commission of Ethics of the Clinic Hospital of the University of São Paulo.

3. RESULTS

3.1 Characteristics of the studied population

The distribution of the workers' in groups I, II, III and the control group as for the age range can be seen in the Table 1.

The exposition to noise out of the work ambient was verified during the anamnesis, for the four groups, so that the workers itself, aided by the interviewer, judged if certain noise was excessive. Only those expositions to noise of at least one hour a week were considered. The tendency of listening music at a high volume and to go regularly to disco was the more frequent non occupational exposition, but no statistical difference was seen between the groups.

3.2 Distortion product otoacoustic emissions record

3.2.1 DPOSEs amplitude variation between the groups

When analyzing the difference among right and left ears for isolated frequencies in the four groups of normo-listeners riders, no significant statistical differences were observed (Table 2). Therefore, we evaluated the results independently for each ear and afterward joined those results of both ears. The number of sample was doubled.

Group I, constituted of normo-listeners postmen motorcyclist exposed to smaller or same noise equivalent to two years of work, presented larger DPOAEs amplitude statistically significant ($p < 0.05$) for 7250Hz and 5128Hz frequencies in comparison with the other groups (II, III and IV).

The group IV, formed by workers with normal hearing and not exposed to noise, showed smaller answers of DPOAEs amplitudes than the other three groups (I, II and III), being statistically significant in frequencies between 5128Hz and 2588Hz.

Group III, formed by postman motorcyclists exposed to noise equivalent to five or more years of work, presented a smaller DPOAEs amplitude values for the 7250Hz frequency between the studied groups, statistically not significant.

In a general way, in all groups, the amplitude of the DPOAEs answers has been larger for frequencies of weak intensity (Table 3). It was observed that concerning the smaller exposition time related to amplitudes of the DPOAEs answers are higher (Graph 1).

3.2.2 DPOAEs variation minus the background noise

When analyzing DPOAEs amplitudes minus the background noise, it is observed that the group I showed largest amplitude answer for the 3614Hz frequency and the group III the smallest amplitude for the 7250Hz frequency.

The maximum mean average of the amplitude happened for the 3614Hz frequency in all the studied groups, being the largest value of the maximum amplitude of 19.14dB NPS observed in the group I for an exposition time lower or equal to two years. This result was followed by the group II, group IV (control) and lastly by the group III (Graph 2).

The groups exposed to noise presented the lowest answers of DPOAEs amplitudes for the 7250Hz frequency, with different amplitude mean value, being a

smallest value observed in the group III for the larger exposition time. Group IV presented the smaller amplitude for the 5128Hz frequency (Table 4).

3.3 Noise Dosimetry

In a second moment the dosimetry was considered as an exposition parameter, being determined through the results of the measurements previously accomplished by the SESMT (Safety and Work-Medicine Specialized Service).

Noise registered levels were of 80 dB (A) and 82 dB (A) for the routes in the central area of the city and outlying neighborhoods that include high-speed highways, respectively.

4. DISCUSSION

The DPOAEs amplitudes registered for the right and left ears in the studied groups did not differ statistically for the tested frequencies, being possible to join them together (Table 2). This agrees with the compared literature (Roede et al., 1993; Coube, 1997; Oliveira, 1999; Frota; Iório, 2002) in which the authors did not find statistically significant differences between both ears in normo-listener subjects.

The group I, composed of normo-listener workers with noise exposition time equivalent to less or equal to two years, presented higher amplitudes in 7250Hz and 5128Hz ($p < 0.05$), in both ears (Table 3, Graph 1). It was verified in the literature that there is great variability regarding the frequency or frequency bands where the amplitudes of DPOAEs could be more intense and this refers to the group of workers not exposed to noise (Lonsbury-Martin et al., 1990; Smurzynski; Kim, 1992; Roede et al., 1993; Coube, 1997). This fact was not observed in this study in which higher

amplitudes occurred in groups exposed to noise, being the group I which present the lower exposition time when compared to other groups (II and III).

According to these results, some explanations have been proposed in the literature. Kemp (1981) presupposes that the cause for the amplitude increase of the EOA in the human ear after a brief exposition to moderate noise is related to a "jump" phenomenon, observed in the hearing threshold. This phenomenon has also been observed more frequently in individuals exposed to ototoxic drugs, being this parameter that one that determines the interruption of the treatment (Raveh et al., 1998; Vallejo et al., 2001). Raveh et al. (1998) and Vallejo et al. (2001) have been those among authors who studied the ototoxic drugs on the CCEs and agree with the hypothesis that explains the phenomenon of the increment in the DPOAEs responses and affirm that it is a dysfunction or cochlear lesion in the neighborhood of the response and they believe that this phenomenon could also result from an irritation of the CCE before the lesion, similarly as happens in the vestibular system cells.

Oeken and Menz (1996), in a study with 59 normo-listeners individuals evidenced that before and after exposition to white noise, in 10% of the studied ears an atypical reaction happened with increase of the amplitude of the DPOAEs.

Wagner et al. (2003) observed significant increase in the variability of the amplitude of DPOAEs after the exposition to noise and evidenced an equal distribution in the increase and decrease of the amplitude of DPOAEs.

Another hypothesis is the compromise of the efferent medial olivocochlear system, evidenced in the neurodegenerative diseases and during ototoxic drugs administration, increasing the increments of the amplitude of the DPOAEs responses (Berlin et al., 1993 and 1994). In spite of the olivocochlear system already described

for several decades, the study deserved larger attention in the last years. The stimulation of this system provokes alterations in the resistance of the CCEs membranes, modulating their potentials. It is also possible that exerts some protection activity on the internal ear, against damages caused by exposition to intense noises, through the efferent medial reflex. In the literature, the doubts concerning the action of the efferent hearing system are still very big and persist until today (Pialarissi et al., 2000).

In 1995, in Canlon and Frasson's study the amplitude of DPOAEs in the control group was depressive for all tested frequencies and mainly for low frequencies (1kHz; 1.75kHz and 2kHz). But in the Lonsbury-Martin's et al. (1990) study the frequencies from 2kHz to 3kHz was that ones that presented the smaller amplitude and in Lopes' F^o et al. (1995) and Coube (1997) works the frequencies were of 3kHz for the not exposed to noise group. In this study the smallest answers of amplitudes happened in the control group, being statistically significant for frequencies between 5128Hz and 2588Hz ($p < 0.05$). To justify these discoveries we believed in the possibility that the difference of the average of age of the control group be really a little bit larger than in the group III, but on the contrary when comparing group I with group II, these ages are equivalent.

Workers of the group III, exposed to noise during a time larger or equal to five years, presented smallest amplitude in isolated frequency (7250Hz), being not statistically significant. The result differ from the reports of the literature, that point out the frequency of 3kHz as the responsible for smaller amplitude values for workers exposed to noise (Smurzinski; Kim, 1992; Oliveira, 1999).

In the group I, maximum medium amplitude of EOAEPD was observed for the 3614Hz frequency. This group was less exposed to noise in relation to other groups exposed and not exposed to noise. In the researched literature great variability was observed in the amplitude of DPOAEs in exposed individuals to noise and in some studies an increment in the amplitude of DPOAEs was verified in these individuals' (Oeken; Menz, 1996; Silveira et al., 2002; Wagner et al., 2003). This result was also observed by Smurzinski and Kim (1992) with an increase in the amplitude of the answer of DPOAEs between frequencies ranging from 4.8kHz to 5.7kHz.

Between the groups exposed and not exposed to noise, the group III with a larger time of exposition to noise presented the smallest amplitude of DPOAEs for the 7250Hz frequency. Due to a great diversity of amplitude responses of DPOAEs in the analyzed literature, in subjects with normal hearing and exposed to noise, by analyzing the distortion product subtracted from the background noise (DP-BN), for different frequencies, Silveira et al. (2001) observed that there was a statistically significant difference for the range from 2kHz to 8kHz. Present study results are similar to that obtained by Silveira et al. (2001).

The maximum medium value of the amplitudes of DPOAEs in the studied groups was 19.52dB NPS in the group I and the minimum was of 8.00dB NPS in the group III (Table 4, Graph 2). The differences in the amplitude variation are large among the studies of the consulted literature as for the amplitude of DPOAEs in the groups exposed to the noise. Thus, minimum average amplitude observed by Smurzinski and Kim (1992) resembles the result achieved in this study, but the maximum average amplitude differs from published literature values (Smurzinski; Kim, 1992; Oliveira, 1999).

The medium value of the amplitude of DPOAEs obtained in the group not exposed to noise (group IV) varied from 18.47dB NPS, maximum medium value, to a minimum of 11.15dB NPS. A big amplitude variability of DPOAEs was verified in the literature. It just corroborates with the maximum medium value of the amplitudes in developed studies by authors as Lopes F^o (1995) and Oliveira (1999), with approximating values varying from 20dB NPS to 16.8dB NPS, respectively, in spite of differences in methodology and equipments.

Cubic distortion product demonstrates the integrity of the cochlea in the place of basilar membrane associate with the geometric center of the frequency of two pure tones (Osterhammell; Rasmussen, 1992). Several scientific researches have been trying to study the registration of DPOAEs and its application in the detection of subtle cochlear modifications provoked by exposition to noise. Consequently, the criteria for the application of the exam, for instance the intensity of the primary incentives, f_1 and f_2 , are variable and there are authors that use the difference between the amplitude of DPOAEs and the background noise to analyze the existing results. Instead other authors use the relationship obtained among these same numbers. In both cases, it still exist a variation in the values to be considered as representative of present and absent answers.

According to Skellett et al. (1996), chronic exposition to low noise levels causes molecular modifications in CCEs altering the cochlear function. However, the authors can not refer how it would become in DPOAEs registrations. Nevertheless, this alteration can be shown with increments in the amplitude of DPOAEs in an initial phase of exposition to noise and the youths can be more vulnerable to these modifications or to have an inherent predisposition to certain ears.

The authors conclude that monitoring in the beginning of the exposition to occupational noise through otoacoustic emissions for product distortion makes possible precocious detection of physiopathologic alterations of the internal ear because of the presence of increments during the registration of the amplitude of DPOAEs, preceding alterations in the preliminary tonal audiometry and absence or decrease in the amplitude of DPOAEs.

REFERENCES

- Barbosa, A.S.M. (2001) Ruído urbano e perda auditiva: o caso da exposição ocupacional em atividade ligadas à coordenação do tráfego de veículos no município de São Paulo [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.
- Beatice, R.C., Bleech, J. (2000) Effects of sample size on the reliability of noise floor and DPOAE. *Br J Audiol.* 34, 305-9.
- Berlin, C.I., Hood, L.J., Cecola, P. (1993) Does type I afferent neuron dysfunction reveal itself through lack of efferent suppression? *Hear Res.* 65, 40-50.
- Berlin, C.I., Hood, L.J., Hurley, A., Wen, H. (1994) Contralateral suppression of otoacoustic emissions: index of the function of the medial olivo-cochlear system. *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 110, 3-21.
- Canlon, B., Fransson, A. (1995) Morphological and functional preservation of the outer hair cells from noise trauma by sound conditioning. *Hear Res.* 84, 112-24.
- Coube, C.Z.L. (1997) Emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção em indivíduos com audição normal. São Paulo. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- Frota, S., Íorio, M. C. M. (2002) Emissões otoacústicas por produto de distorção e audiometria tonal liminar: estudo da mudança temporária do limiar. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 68, 15-20.
- Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO). Nova Norma para avaliação da exposição ocupacional ao Ruído - NHO 16. Seminário de Agentes Físicos Ruído e Radiações Ionizantes (1998). São Paulo. 25p, Ed. Mimeo.
- Gorga, M.P., Stover, L., Neely, S.T., Montoya, D. (1996) The use of cumulative distributions to determine critical values and levels of confidence for clinical distortion product otoacoustic emissions measurements. *J Acoust Soc Am.* 100, 968-77.
- Hauser, R., Probst, R. (1991) The influence of systematic primary tone level variation L1-L2 on the distortion product emission 2f1-f2 in normal human ears. *J Acoust Soc Am.* 89, 280-6.

- Kemp, D.T. (1978) Stimulated acoustic emissions from within the human auditory system. *J Acoustic. Soc. Am.* 64, 1386-91.
- Kemp, D.T. (1981) Physiologically active cochlear micromechanic; a source of tinnitus. *Tinnitus, CIBA Foundation Symposium n° 85.* London: Pitmans Medical. 54-81.
- Kimberley, B.P., Brown, D.K., Allen, J.B. (1997) Distortion product emissions and sensorineural hearing loss. In: Robinette, M.S., Glatcke, T.J. *Otoacoustic emissions: clinical applications.* New York-Stuttgart: Thieme.
- Lonsbury-Martin, B.L., Harris, F.P., Stagner, B.B., Hawkins, M.D., Martin, G.K. (1990) Distortion product otoacoustic emissions in humans. I. Basis properties in normally hearing subjects. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 147, 3-14.
- Lonsbury-Martin, B.L., Martin, G.K., Whitehead, M.L. (1997) Distortion product otoacoustic emissions. In: Robinete MS, Glatcke, T.J. *Otoacoustic emissions:clinical applications.* New York-Stuttgart: Thieme.
- Lopes F°, O., Carlos, R., Redondo, M.C. (1995) Produto de distorção das emissões otoacústicas. *Rev. Bras. de Otorrinolaringol.* 61, 485-94.
- Maxwell, D.L., Satake, E. (1997) *Research and Statistical Methods in Communication Disorders.* Editora: Williams & Wilkins, Baltimore – USA.
- McCombe, A.W., Binnington, J., Davis, A., Spencer, H. (1995) Hearing loss and motorecyclists. *The Journal of Laryngology and Otology.* 109, 599-604.
- McCombe, A.W., Binnington, J., Donovan, D. (1994) Hearing loss in Grand Prix motorecyclists: occupational hazard or sports injury? *Br I Sports Med.* 28, 35-7.
- Oeken, J., Menz, D. (1996) Amplitudenveränderungen Von distorsionsprodukten otoakustischer emmissionen nach akuter lärmeinwirkung. *Laryngo-Rhino-Otol.* 75, 265-9.
- Oliveira, T.M.T. (1999) *Emissões otoacústicas em trabalhadores normo-ouvintes expostos ao ruído ocupacional[tese].* São Paulo: Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo.
- Osterhammel, P.A., Rasmussen, N.A. (1992) Distortion product otoacoustic emissions: basic properties and clinical aspects. *Hear. J.* 45, 38-41
- Pialarissi, P.R., Rapport, P.B., Gattaz, G. (2000) Estudo da supressão das emissões otoacústicas com a utilização de estimulação de estímulos sonoros contralaterais

- em indivíduos de audição normal e em pacientes com doenças retrococleares. *Rev. Bras. Otorrinolaringol.* 66, 604-11.
- Raveh, E., Mount, R. J., Harrison, R.V. (1998) Increased otoacoustic-emission amplitude secondary to cochlear lesions. *The Journal of Otolaryngology.* 27, 354-60.
- Roede, J., Harris, F.P., Probst, R., Xu, L. (1993) Repeatability of distortion product otoacoustic emissions in normally hearing humans. *Audiol.* 32, 273-81.
- Ross, B.C. (1989) Noise Exposure of Motorcyclists. *Ann. Occup. Hyg.* 33, 123– 7.
- Silveira, J.A.M., Brandão, A.L.A., DE Rossi, J., Ferreira, L.L.A, Estefan, P., González, F. (2001) Avaliação da alteração auditiva provocada pelo uso do *walkman*, por meio da audiometria tonal e das emissões otoacústicas (produto de distorção): estudo de 40 orelhas. *Rev. Bras. Otorrinolaringol.* 65, 650-4.
- Silveira, J.A.M., Ferreira, L.L.A, Bekerman, S., Maolucelli, D.A.B, Marotta, R.M.B., D’Ottaviano, F.G. (2002) Orelha absoluta ou “orelha musculosa”: verdade anátomo-fisiológica? Primeira comunicação. *Anais.55.* (Apresentado no 36º Congresso Brasileiro de Otorrinolaringologia.2002 Nov 18-23; Florianópolis, Brasil).
- Skellett, R.A., Crist, J.R., Fallon, M., Bobbin, R.P. (1996) Chronic low-level noise exposure alters distortion product otoacoustic emissions. *Hear. Res.* 98, 68-76.
- Smurzinski, J., Kim, D.O. (1992) Distortion-product and click-evoked otoacoustic emissions of normally-hearing adults. *Hear. Res.* 58, 227-40.
- Vallejo, J.C., Silva, M.N., Oliveira, J.A.A., Carneiro, J.J., Rocha, L.S.O, Figueiredo, J.F.C, Chiosi, M.F.V. (2001) Detecção precoce de ototoxicidade usando emissões otoacústicas produtivas de distorção. *Rev. Bras. Otorrinolaringol.* 67, 845-51.
- Wagner, W., Staud, I., Frank, G., Dammann, F., Plontke, S., Plinkert, P. (2003) Noise in magnetic resonance imaging: no risk for sensorineural function but increased amplitude variability of otoacoustic emissions. *Laryngoscope.* 113, 1216-23.

Table 1. Distribution of the groups exposed and not exposed to occupational noise, according to age interval. ECT, 2003.

Age interval	Groups							
	Group I n = 37		Group II n = 41		Group III n = 36		Group IV n = 34	
	n	%	n	%	n	%	N	%
18 to 25	19	51.3	16	39.0	4	11.1	4	11.8
26 to 35	16	43.2	23	56.0	21	58.3	16	47.1
36 a 45	2	5.4	2	5.0	11	30.5	14	41.1

Table 2. Mean and standard deviation of DPOAEs values for isolated frequencies in the right and left ears in groups I, II, III e IV (control).

Groups (anos)		DPOAEs							
		Right ear				Left ear			
		Frequency (Hz)							
		7250	5128	3614	2588	7250	5128	3614	2588
Group I ≤ 2	Mean	-6.52	-1.27	0.68	4.38	-6.69	-0.15	0.29	4.44
	Standard deviation	8.01	7.26	5.41	6.23	8.55	6.54	5.42	5.98
	N	37	37	37	37	37	37	37	37
Group II $> 2 \text{ e } < 5$	Mean	-10.88	-3.17	-0.43	3.46	-9.27	-1.28	0.53	3.50
	Standard deviation	9.57	7.03	6.57	7.10	8.78	7.09	6.41	7.72
	N	41	41	41	41	41	41	41	41
Group III ≥ 5	Mean	-11,52	-3.21	-1.43	3.72	-9.32	-1.72	-1.63	1.38
	Standard deviation	9.82	7.97	7.21	6.91	10.50	6.74	7.47	7.86
	N	36	36	36	36	36	36	36	36
Control Group	Mean	-9.30	-5.66	-5.47	0.80	-10.17	-5.54	-4.76	1.76
	Standard deviation	9.27	5.18	6.04	6.58	9.31	5.79	6.44	5.02
	N	34	34	34	34	34	34	34	34

N = number of analised subjects

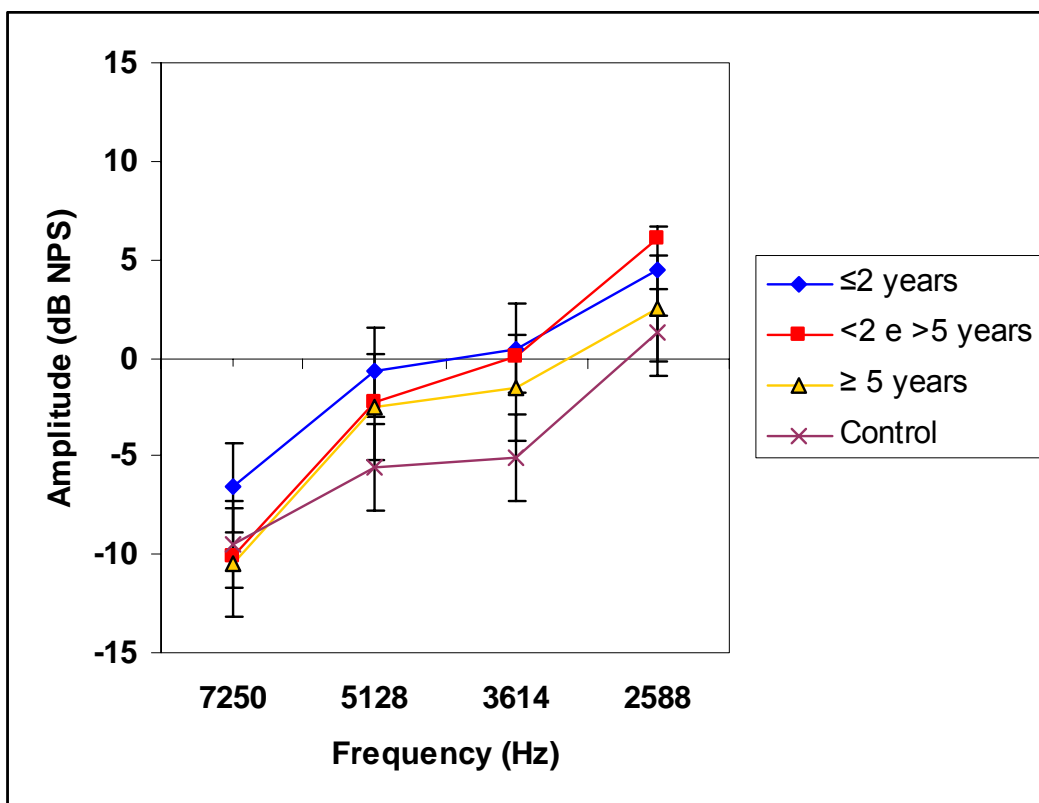
Table 3. Mean and standard deviation of amplitudes of the DPOAEs responses for 7250Hz, 5128Hz, 3614Hz e 2588Hz frequencies in groups I, II, III and IV (control).

Groups (years)		DPOAEs			
		Frequency (Hz)			
		7250	5128	3614	2588
Group I ≤ 2	Mean	-6,60	-0,71	0,48	4,41
	Standard deviation	8,23	6,88	5,38	6,06
	N	74	74	74	74
Group II $> 2 e < 5$	Mean	-10,07	-2,22	0,05	3,48
	Standard deviation	9,16	7,08	6,47	7,37
	N	82	82	82	82
Group III ≥ 5	Mean	-10,42	-2,47	-1,53	2,55
	Standard deviation	10,16	7,36	7,29	7,44
	N	72	72	72	72
Control Group	Mean	-9,74	-5,60	-5,11	1,28
	Standard deviation	9,23	5,45	6,21	5,83
	N	68	68	68	68

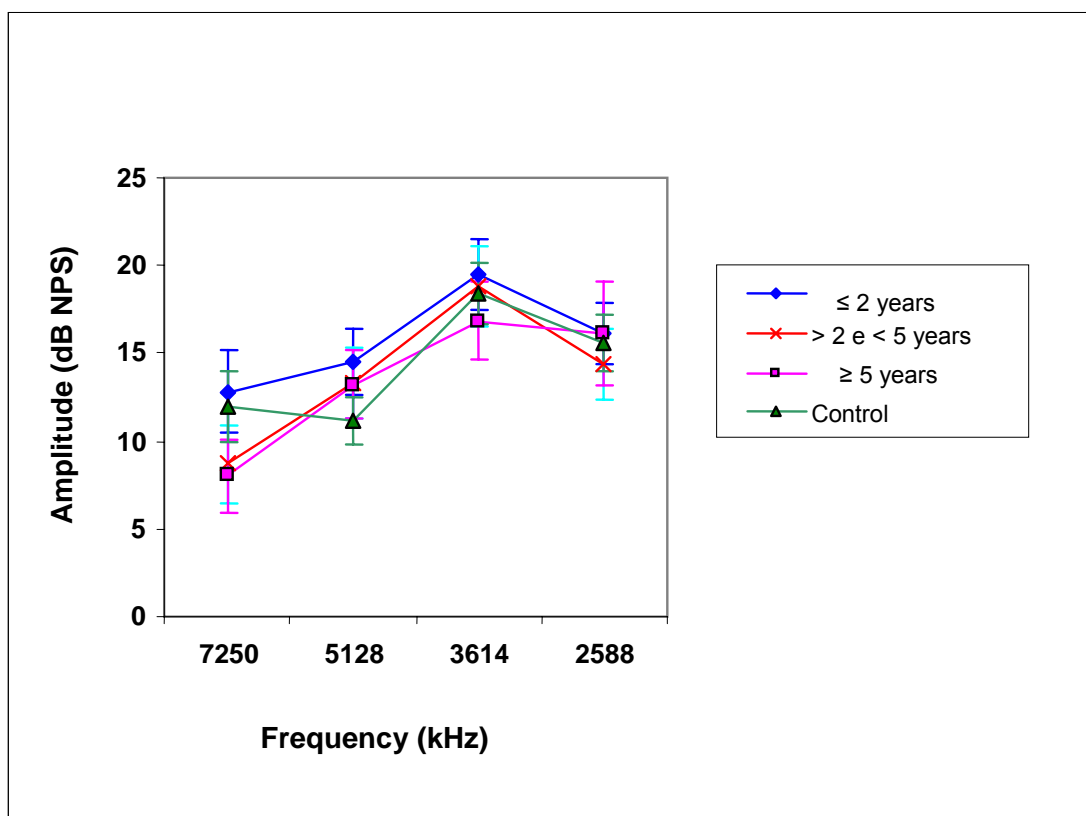
Table 4. Mean and Standard Deviation of the DPOAEs minus the background noise in the groups I, II, III and IV (control) , for isolated frequencies.

Group (years)		Frequencies (Hz)			
		7250	5128	3614	2588
Group I ≤ 2	Mean	12.82	14.55	19.52	16.12
	Standard deviation	10.28	8.11	8.82	7.72
	N	74	74	74	74
Group II > 2 and < 5	Mean	8.69	13.29	18.80	14.42
	Standard deviation	9.99	9.06	10.64	9.29
	N	82	82	82	82
Group III ≥ 5	Mean	8.00	13.23	16.81	16.10
	Standard deviation	9.15	8.44	9.52	12.75
	N	72	72	72	72
Control Group	Mean	11.93	11.15	18.47	15.61
	Standard deviation	8.40	5.64	7.30	6.72
	N	68	68	68	68

Graph 1. Amplitude of DPOAEs means for the frequencies 7250Hz, 5128Hz, 3614Hz and 2588Hz in the groups I, II, III and IV (control). Confidence interval for the mean: $\text{mean} \pm 1.96 \text{ Standard deviation} / \sqrt{(n-1)}$



Graph 2. Mean and standard deviation of DPOAEs minus background noise for the studied groups (I, II, III and IV) isolated frequencies. Confidence interval for the mean: $\text{mean} \pm 1,96 \text{ Standard deviation} / \sqrt{(n-1)}$



1 INTRODUÇÃO

A exposição ao ruído ambiental e seu potencial dano à audição é conhecido há cerca de 2500 anos. Existem textos relatando surdez em indivíduos que habitavam próximo as cataratas do Rio Nilo, no Egito Antigo (Barbosa, 2001).

Habermann (1890) apud Cubas de Almeida et al. (2000), pioneiramente, descreveu alterações anátomo-patológicas na cóclea e nervo coclear de caldeireiros. Verificou a presença de degenerações das células situadas na porção basal da cóclea.

O ruído ambiental urbano pode causar perda auditiva a depender essencialmente da intensidade, frequência e tempo de exposição, bem como das características individuais. As alterações podem ser auditivas e extra-auditivas. Inicialmente, tal exposição pode causar um deslocamento limiar temporário (DLT) – que é a diminuição da sensibilidade auditiva transitória, a qual retorna aos níveis normais em poucos minutos ou horas. Segundo Fukuda et al. (1998), exposições repetitivas ao ruído de alta intensidade levam ao deslocamento limiar permanente (DLP), em que se observa perda auditiva sensorineural de caráter irreversível.

O tráfego é considerado a fonte de ruído urbano mais preocupante e seus efeitos atingem, com maior ou menor gravidade, praticamente a totalidade das áreas urbanas.

Na última década do século 19 e nas primeiras do século 20, nos países economicamente mais desenvolvidos, ocorreram transformações drásticas no modo de vida das pessoas, pois se refletiram tanto nos hábitos e costumes cotidianos quanto no ritmo e intensidade dos transportes, comunicações e trabalhos (Barbosa, 2001).

Nesta mesma época, surge a motocicleta como meio de transporte, e por muito tempo foi considerada como veículo irritante e ruidoso. Haja vista a inexistência de regulamentos para prevenir o excesso de ruído emitido por estes veículos tanto na área urbana como nas atividades esportivas (McCombe et al., 1995).

A participação deste meio de transporte no trânsito caótico da cidade de São Paulo aumentou mais que duas vezes nos últimos anos. Em 1995, era de 2,8% passando para 6,9%, em 1999. Estima-se, para 2004, uma frota que representa 9,3% do total de veículos da cidade, composta na grande maioria de jovens na faixa etária entre 18 e 25 anos (Diário de São Paulo, 2004).

O fluxo de veículos, por sua vez, ao combinar com o ruído proveniente de cada veículo isolado, produz um efeito cumulativo. Gera-se elevação do Nível de Pressão Sonora (NPS) diretamente proporcional à intensidade do tráfego. Deste modo, as ruas e avenidas que concentram grande movimento de veículos são os principais focos de poluição sonora nos centros urbanos.

O procedimento utilizado na área ocupacional para a prevenção secundária, com o objetivo de identificação precoce da perda auditiva por níveis de pressão sonora elevados PANPSE, é atualmente baseado nos resultados da audiometria tonal liminar. Destaca-se a desvantagem deste procedimento como meio para identificar a PANPSE, a baixa sensibilidade para detectar as modificações cocleares que ocorrem antes que a perda auditiva se manifeste no audiograma. Sendo assim, o desafio no intuito de identificar precocemente a PANPSE permanece sem solução.

Atualmente dispõe-se das emissões otoacústicas (EOA) como um exame complementar a audiometria tonal liminar, com o objetivo de triar e monitorar possíveis modificações cocleares precoces. Adotou-se este exame para avaliar as alterações auditivas conjuntamente com os outros exames já pré-estabelecidos. As emissões otoacústicas consistem em um método objetivo, relativamente simples, rápido e não invasivo, que pode ser realizado em qualquer faixa etária (Kemp et al., 1990).

Existem dois tipos básicos de EOA resultantes da atividade da orelha interna: as espontâneas (EOAEs) e as evocadas (EOAE). As emissões otoacústicas evocadas são divididas em EOA evocadas transientes ou transitórias (EOAETs), emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção (EOAEPD) e emissões otoacústicas estímulo-frequência (EOAEF) (Lonsbury-Martin et al, 2001).

As emissões otoacústicas por produto de distorção (EOAPED) representam a energia acústica originária da cóclea pela interação não linear de dois tons puros

aplicados simultaneamente de frequência diferentes (f_1 e f_2) e com intensidade $L_1=L_2$ ou $L_1-L_2=10$. São energias acústicas frequência específica que são detectados acima do ruído de fundo. A característica mais comumente medida nas EOAEPD é a amplitude, a qual é traçada em função da frequência dos tons primários (Lonsbury-Martin et al., 2001).

Neste estudo a população de enfoque são os carteiros motociclistas que estão expostos tanto ao ruído urbano como ao ruído gerado pelas motocicletas. Para obter melhor conhecimento dos efeitos da poluição sonora sobre a audição destes profissionais realizou-se o presente trabalho buscando uma avaliação das condições de saúde auditiva deste grupo de trabalhadores do município de São Paulo, visto que a legislação não prevê as condições de saúde do mesmo.

Os objetivos deste estudo são:

- Verificar as variações das amplitudes das emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção e sua relação com ruído de fundo nos carteiros motociclistas normo-ouvintes de acordo com o tempo de exposição;
- Analisar as amplitudes das emissões otoacústicas por produto de distorção com trabalhadores normo-ouvintes não expostos ao ruído ocupacional; e,
- Correlacionar as amplitudes das emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção em relação às orelhas direita e esquerda.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Motociclistas

Ross (1989) relatou que a velocidade da motocicleta é um fator de contribuição para aumentar o ruído ao qual é exposto o motociclista, conjuntamente com o tamanho e tipo (fechado ou aberto) do capacete utilizado.

McCombe et al. (1994) avaliaram a prevalência da PANPSE por meio da audiometria tonal nos pilotos profissionais de motociclismo. Observaram que 45% destes desenvolviam um deslocamento limiar transitório (DLT) em comparação ao grupo controle composto de indivíduos não expostos a ruído de alta intensidade e da mesma faixa etária.

McCombe et al., em 1995, avaliaram 18 motociclistas por meio da audiometria tonal antes e após a corrida de motocicleta com velocidade de 80 mph (mph = milhas por hora) e equivale a 128,7 km/h. Os autores observaram perda auditiva temporária significativa nas frequências de 0,25 kHz, 0,5 kHz, 1 kHz e 2 kHz. Estes achados demonstram a presença de forte argumento que necessita de uma ação corretiva.

2.2 Emissões Otoacústicas

Gold e Pumphrey, em 1948, propôs a existência de sistema mecânico positivo de *feed-back* localizado dentro da cóclea, o que aumentava o movimento da membrana basilar, consistindo de processo de transdução mecânico-elétrico acoplado processo de transdução elétrico-mecânico, postulou a transcrição reversa. E já prediz, nesta época, a presença da emissão otoacústica. Entretanto a hipótese de Gold não foi aceita.

Kemp (1978) foi o primeiro pesquisador a comprovar que a energia realmente era emitida pela cóclea e que pode ser registrada como vibrações acústicas no meato acústico externo, usando-se métodos e equipamentos adequados. Elas foram associadas a processos não lineares presentes em cócleas normais, os quais aumentam a sensibilidade e a seletividade de frequências da orelha interna. Considerou-se que sua origem esteja associada aos processos mecânicos das células ciliadas externas, mediados por meio da ação das vias nervosas auditivas eferentes.

2.2.1 Emissões Otoacústica Evocadas por Produto de Distorção

Harris et al (1989) examinaram sistematicamente o efeito da separação do tom primário sobre a amplitude das EOAEPD em 10 orelhas de cinco indivíduos com audição normal e função preservada da orelha média. Os resultados encontrados demonstram que a amplitude das EOAEPD em função do nível do tom primário estava diretamente relacionada pela separação da frequência do tom primário.

Consideraram todas as condições de estímulo descrevendo as variações em frequência e nível, uma proporção de $f1/f2$ de 1,22 foi mais efetiva ao máximo na amplitude das EOAEPD.

Em outro estudo a mesma autora, Harris (1990) avaliou o limiar auditivo por meio da EOAEPD e audiometria tonal liminar em 20 indivíduos com audição normal e outro grupo com 20 indivíduos com perda auditiva em altas frequências, com o propósito de determinar se a amplitude das EOAEPD estaria associada ao limiar auditivo obtido pela audiometria tonal liminar. A autora evidenciou que as amplitudes das EOAEPD apresentaram-se diminuídas ou ausente nas orelhas com perdas auditivas em altas frequências, contudo esta diferença foi observada principalmente nas frequências acima de 1500 Hz. Deste modo, ao comparar os grupos e os indivíduos entre si, Harris observou que a redução da amplitude foram frequências específicas com concomitante perda auditiva.

A reprodutibilidade das EOAEPD foi estudada por Roede et al (1993), em 12 indivíduos com audição normal, seis homens e seis mulheres com idade média de 26 anos. As maiores amplitudes ocorreram entre 1,5 kHz e 8 kHz. Observaram também uma variabilidade das amplitudes das EOAEPD maior nas frequências acima de 6 kHz e abaixo de 1 kHz, e em 2 kHz em apenas um terço dos indivíduos estudados.

Gattaz et al (1994), mediram as amplitudes das emissões otoacústicas (EOA) em 10 adultos jovens audiologicamente normais, com idades de 17 a 23 anos. As EOA foram consideradas presentes quando a reprodutibilidade foi maior do que

50%. As emissões otoacústicas evocadas estiveram presentes em todas as orelhas testadas e a reprodutibilidade média foi de 86,4%. As maiores amplitudes de resposta ocorreram em torno de 1 kHz e 2 kHz, diminuindo acentuadamente a partir de 5 kHz. Os autores levantaram a hipótese de estarem detectando precocemente um possível comprometimento as células ciliadas externas (considerando que as EOA são geradas por estas células) antes da manifestação subjetiva de perda auditiva nos limiares tonais. Entretanto não identificaram a provável etiologia.

Coube (1997), estudou as características das emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção em homens e mulheres normo-ouvintes (limiares iguais ou inferiores a 20 dB NA). No DP-Gram avaliou as frequências de 1 kHz, 1,5 kHz, 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz e 6 kHz. Não foi constatada diferença significativa entre a orelha direita e esquerda. A autora observou picos de amplitude nas frequências de 1,5 kHz e 6 kHz e declínio em 3 kHz. A autora constatou também que a ocorrência de EOAEPD foi de 100% em todas as frequências testadas.

2.2.2 Estudo das EOAEPD em PAIR

Melnick (1980) apud Oliveira (1999) referiu que para determinar de forma acurada a perda auditiva permanente (“*permanent threshold shift*” – PTS) sem contaminação com a perda auditiva temporária (“*temporary threshold shift*” – TTS) seria necessário um intervalo de 14 horas entre o final da exposição ao ruído e a avaliação auditiva.

Oeken e Menz (1996) estudaram 59 indivíduos com audição normal antes e após exposição a ruído branco (90 dB NA) por meio da audiometria tonal liminar e das EOAEPD. Os autores observaram redução na amplitude das EOAEPD nas frequências de 2 kHz e 5 kHz conjuntamente com o deslocamento limiar temporário, mas na frequência de 4 kHz os autores não evidenciaram esta correlação. Eles evidenciaram ainda que em 10% das orelhas estudadas ocorreu uma reação atípica com aumento da amplitude das EOAEPD. Diante deste achado os autores indagaram não ter conhecimento sobre este dado, logo colocaram a hipótese de erro na execução do teste ou predisposição inerente a determinadas orelhas.

Sliwinska-Kowalska e Kotylo (1997), estudaram os resultados de emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção (EOAEPD) em sujeitos com perda auditiva por exposição ao ruído industrial, presbiacusia e perda auditiva causada por gentamicina. Em todos os casos a audiometria tonal liminar mostrava traçado semelhante, com perda auditiva coclear principalmente nas frequências altas. Nos casos de exposição ao ruído industrial as medidas de EOAEPD demonstraram configuração típica no DP-*Gram* com decréscimo da amplitude de 3 kHz a 4 kHz. Esta configuração no DP-*Gram* não foi observada nas perdas auditivas cocleares por outras causas que não o ruído. Concluíram que análise de EOA poderia ser útil no diagnóstico diferencial da perda auditiva induzida por ruído ocupacional.

A eficácia clínica da triagem da perda auditiva induzida por ruído ocupacional (PAIRO) executada pelas emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção (EOAEPD) foi estudada por Attias et al., em 1998. A amostra foi constituída por 76

militares do sexo masculino na faixa etária de 17 a 41 anos. Ao comparar orelhas com audição normal exposta ao ruído militar com orelhas normais não expostas ao ruído, verificaram que as primeiras apresentavam redução na amplitude de EOAEPD estatisticamente significante em relação às segundas. As ausências de EOAEPD foi superior no primeiro grupo.

Fukuda et al (1998) realizaram um estudo em indivíduos expostos a ruído e avaliaram o perfil da emissão otoacústica evocadas por produto de distorção (EOAEPD) correlacionando com a audiometria tonal liminar (ATL), a qual foi dividida de acordo com os limiares audiométricos. Foram submetidos a EOAEPD na forma de DP-Gram 450 trabalhadores de uma fábrica metalúrgica. Observaram diferença estatisticamente significante entre as orelhas direita e esquerda em 544Hz e 3485Hz. Dos indivíduos com audição normal, 91% tiveram EOA normais. Segundo os autores, o fato de 9% dos sujeitos portadores de audição normal e EOA alteradas “sugere que a otoemissão possa fornecer diagnóstico precoce de surdez, antes mesmo da audiometria”. Acrescentaram que “um exame de emissão alterado em um indivíduo com antecedentes de exposição ao ruído seria forte indício de disacusia”. As EOAEPD teriam utilidade como exame auxiliar no diagnóstico de disacusia por ruído e provavelmente no seu monitoramento. Concluíram que as EOAEPD em indivíduos expostos ao ruído estariam afetadas principalmente nas frequências agudas. A seguir haveria redução na amplitude das respostas e um aumento no número de frequências acometidas, envolvendo os tons médios e baixos. Salientaram que “as EOAEPD não substituem a ATL e não devem ser utilizadas como método exclusivo de triagem de disacusia em fábricas”.

A sensibilidade e a aplicação clínica das emissões otoacústicas por produto de distorção e EOAET como índice quantitativo da integridade funcional das células ciliadas externas durante o crescimento e o restabelecimento da perda auditiva temporária em seres humanos foi pesquisada por Vinck et al (1999). Os autores estudaram dezoito jovens que foram divididos em: grupo controle não exposto a ruído composto por 10 jovens; e, grupo exposto ao ruído (discoteca) composto por oito jovens, os quais foram submetidos a avaliação audiológica antes e após a exposição. Os autores evidenciaram que a EOAEPD possui uma sensibilidade maior nas frequências entre 2 kHz e 5,5 kHz e nas EOAET na frequência de 4 kHz.

Oliveira (1999) avaliou trabalhadores expostos a ruído de alta intensidade (25 indivíduos – grupo II) e não expostos a ruído (25 indivíduos – grupo I) normo-ouvintes por meio da audiometria tonal liminar e das emissões otoacústicas evocadas (EOAEPD e EOAET). Os aspectos avaliados foram à ocorrência e a amplitude da resposta em cada grupo e por fim comparou os dois grupos. Nas frequências de 1 kHz a 6 kHz a ocorrência de EOAEPD foi de 100% e não foi constatada diferença estatisticamente significativa entre as orelhas quanto a ocorrência de respostas, e com relação a amplitude apresentou-se mais elevada, em 6kHz em ambas orelhas. A amplitude média mínima ocorreu na frequência de 3kHz em ambas orelhas. A autora constatou que as amplitudes de EOAEPD obtidas no grupo II foram inferiores as do grupo I em todas as frequências estudadas. Está diferença foi estatisticamente significativa em 3 kHz, 4 kHz, 6 kHz na orelha direita em 3 kHz, 4 kHz, 6 kHz e 8 kHz na orelha esquerda. Os resultados encontrados demonstraram que a condição coclear dos trabalhadores normo-ouvintes expostos a ruído de alta intensidade,

apesar do uso efetivo do equipamento de proteção individual, difere daquela apresentada por sujeitos normo-ouvintes não expostos ao ruído quanto à amplitude das EOAEPD nos tons agudos.

Fiorini (2000) comparou os registros das EOAET e das EOAEPD de 80 sujeitos expostos ao ruído ocupacional, em níveis acima de 85 dB NPS por oito horas diárias, com 80 sujeitos não expostos, pareados por sexo e idade (19 a 49 anos). Foram consideradas variáveis como exposição ao ruído não ocupacional, hábito de fumar, histórico ocupacional, níveis de exposição sonora. Os registros das EOAEPD foram obtidos por meio do *DP-Gram* com $f2/f1=1,22$, sendo utilizadas diferentes intensidades de estímulos primários para verificar se esta variação alterava as amplitudes das emissões otoacústicas. Num teste usou $L1 = L2 = 70$ dB NPS e, depois, $L1 = 65$ dB NPS e $L2 = 55$ dB NPS. As frequências analisadas incluíram 2 kHz, 2,5 kHz, 3 kHz, 4 kHz, 5 kHz e 6 kHz; o critério para estabelecer a falha no teste foi a obtenção de valor inferior a 3 dB na diferença entre a amplitude da resposta e o segundo desvio padrão de cada frequência. A autora observou que não houve diferença nos resultados obtidos entre os testes com diferentes ou iguais $L1$ e $L2$ e chegou à conclusão que a alta prevalência de respostas ausentes, tanto nas EOAET, quanto nas EOAEPD, indicaria que o registro das EOA apresentaria algumas vantagens com relação a audiometria tonal liminar, na identificação precoce de alterações auditivas decorrentes da exposição ao ruído.

Silveira et al (2001), avaliaram 20 indivíduos expostos a ruído de alta intensidade por meio da audiometria tonal liminar e das EOAEPD. Os indivíduos

foram submetidos ao uso de *walkman* com intensidade estimada no ponto de maior energia sonora de 87 dB NA a 113 dB NA. Os autores evidenciaram diminuição dos produtos de distorção após o uso de *walkman*, com diferença estatisticamente significativa, nas frequências de 3 kHz, 4 kHz e 6 kHz, de modo que, na análise do produto de distorção subtraído do ruído de fundo (PD-RF) para cada frequência, apareceu uma diferença estatisticamente significativa nas frequências de 2 kHz a 8 kHz. Os autores confirmaram a presença de deslocamento limiar temporário pós-exposição ao *walkman* em alta intensidade, sendo as frequências mais atingidas 4 kHz e 6 kHz.

Ferreira et al. (2001) compararam da audiometria tonal, logaudiometria, Potencias Evocadas de Tronco Encefálico e EOAEPD para detecção de alterações sugestivas de PAIR ocupacional. Foram avaliados 42 sujeitos, 41 do sexo masculino, com idade entre 27 e 70 anos. Mesmo em sujeitos com audiometria tonal liminar considerada normal, os resultados das EOAEPD mostraram alterações. No entanto, isto ocorreu em apenas uma orelha para as EOAEPD, e em duas orelhas, para os Potencias Evocados de Tronco Cerebral.

Frota e Iório (2002) estudaram 40 indivíduos com audição normal por meio da audiometria tonal liminar (ATL) e das EOAEPD, pré e pós-exposição a níveis elevados de ruído branco (100 dB NPS por 10 minutos). Os limiares de audibilidade dos indivíduos apresentaram mudanças significantes, variando dentre as frequências estudadas, sendo as maiores mudanças (piora) ocorreram nas frequências de 3 kHz (5,75 dB NA) e 4 kHz (6,0 dB NA) em ambos os sexos. Ao analisar as EOAEPD

evidenciaram redução de suas amplitudes, nas frequências de 2588 kHz e 3614 kHz para o sexo feminino e nas frequências de 932 kHz, 1304 kHz, 2588 kHz, 5128 kHz para o sexo masculino. Em relação orelhas direita e esquerda em ambos os sexos, não foram observadas mudanças estatisticamente significativas entre as amplitudes das EOAEPD.

Marques (2003) avaliou 74 trabalhadores do sexo masculino, divididos em dois grupos pareados por idade e com exame de audiometria tonal liminar dentro de limites aceitáveis: 37 indivíduos expostos ao ruído e 37 não expostos ao ruído. Os trabalhadores foram submetidos a anamnese clínica e ocupacional, otoscopia e registro das EOAEPD. O autor evidenciou que a ausência de resposta no registro das EOAEPD foi 12 vezes maior para o grupo de expostos ao ruído ocupacional nas frequências de 3 kHz, 4 kHz e 6 kHz agrupadas.

Wagner et al. (2003), estudaram 244 orelhas de 126 sujeitos por meio da audiometria tonal liminar e EOAEPD antes e após o exame de imagem da ressonância magnética. As avaliações das EOAEPD após a exposição eram realizadas em três tempos diferentes. Os níveis de pressão sonora sobre as orelhas dos pacientes alcançavam de 79,5 dB (A) a 86,5 dB (A), dependendo da seqüência da ressonância magnética, com breves picos de pressão sonora de 120 dB NPS. Os autores evidenciaram que o deslocamento limiar temporário não foi estatisticamente significativo assim como a redução na média da amplitude das EOAEPD. No entanto, eles observaram aumento significativo na variabilidade da amplitude das EOAEPD após a exposição ao ruído e evidenciaram igual distribuição de aumento e diminuição

na amplitude das EOAEPD. Esta variabilidade foi evidenciada no máximo em 15min após o ruído, como demonstrados pelas subseqüentes medidas.

2.2.3 Estudo das EOAEPD em experimentos animais

Subramaniam et al., em 1994, estudaram as mudanças das EOAEPD em cinco chinchilas adultas durante e após exposição ao ruído e compararam as condições das células ciliadas externas e internas por meio da microscopia eletrônica. A amplitude das EOAEPD diminui significativamente durante os primeiros dias de interrupção do ruído e logo inicia a recuperação. O tempo necessário para que ocorra a diminuição das amplitudes das EOAEPD e retorne para o valor de início depende da frequência avaliada, mas a recuperação da amplitude foi observada em torno de cinco dias após a exposição. Embora as EOAEPD recuperem-se completamente, foram evidenciadas perdas consideráveis das células ciliadas externas e desarranjo nos estereocílios em quatro semanas após exposição ao ruído.

Canlon e Fransson, em 1995, avaliaram o efeito da exposição traumática a ruído em porcos por meio das EOAEPD. Foram divididos em: grupo controle e grupo exposto ao som condicionado. A amplitude das EOAEPD do grupo controle foi depressiva em todas as frequências testadas e nas frequências baixas (1 kHz, 1,75 kHz e 2 kHz) as emissões não mostraram aumento em respostas ao aumento da intensidade do tom primário. No grupo de som condicionado foi observado o aumento da amplitude das EOAEPD com o aumento da intensidade do tom primário em todas as frequências testadas.

Eddins et al. (1999) estudaram um grupo de cinco chinchilas expostas a ruído contínuo de oitava banda, na frequência de 4 kHz, durante 42 dias, e a cada seis dias o nível de exposição aumentava perfazendo um total de sete níveis, em ordem crescente: 48 dB NPS, 56 dB NPS, 64 dB NPS, 72 dB NPS, 80 dB NPS, 88 dB NPS e 96 dB NPS. A medida da EOAEPD foi realizada pela função entrada/saída e obtidas (1) pré-exposição, (2) durante terceiro ao sexto dia dos seis dias de exposição, e (3) quatro semanas após o final da exposição. A exposição contínua a ruído causou redução na amplitude das EOAEPD. Para a frequência f_2 , a amplitude das EOAEPD diminuiu com o aumento do nível de intensidade aproximadamente acima de 72-80 dB NPS. Acima deste nível crítico, a amplitude das EOAEPD diminuiu 1,3 dB para cada aumento em decibel no nível do ruído acima de aproximadamente 75 dB NPS. Estes resultados sugerem que exposições mínimas a ruído são necessárias para reduzir a amplitude da EOAEPD e as emissões otoacústicas podem ser utilizadas para prever as mudanças precoces na cóclea.

3 CASUÍSTICA E MÉTODO

3.1 Casuística

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética para análise do projeto de pesquisa no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de São Paulo (Anexo A).

Todos os sujeitos participantes foram previamente esclarecidos a respeito dos objetivos do estudo e somente após a leitura, concordância e assinatura do Termo de Consentimento proposto (Anexo B), passou pelas avaliações necessárias à pesquisa.

O presente estudo avaliou 148 trabalhadores provenientes da Empresa de Correios e Telégrafos (ECT), atuantes na função de carteiro motociclista, que utilizam a motocicleta marca Honda CG 125, como meio de transporte para desenvolver a sua função, com duração diária de exposição de 8 horas, no período de dezembro de 2001 a junho de 2003. Estes foram encaminhados para a clínica “Othorinus”, e então submetidos ao exame otorrinolaringológico e audiológico, sem ônus.

Os trabalhadores selecionados para o estudo foram divididos em quatro grupos: grupo I, II, III normo-ouvintes e expostos a ruído e o grupo IV formados por

trabalhadores também normo-ouvintes não expostos ao ruído. O grupo I com exposição ao ruído menor ou igual a dois anos de trabalho; o grupo II com mais de dois anos e menos de cinco anos; e, o grupo III maior ou igual a cinco anos. Estes grupos (I, II e III) foram constituídos por 114 trabalhadores normo-ouvintes que utilizam a motocicleta com o capacete tipo fechado e aqueles do grupo IV (grupo controle) compostos por 34 trabalhadores normo-ouvintes, não motociclistas, do setor de administração e diretoria, portanto não expostos ao ruído ocupacional.

O grupo I era composto por 37 carteiros motociclistas normo-ouvintes, do sexo masculino (100%), na faixa etária entre 21 a 39 anos (média de 25 anos).

O grupo II era formado por 41 carteiros motociclistas normo-ouvintes, do sexo masculino (100%), com idades entre 21 e 38 anos (média de 27 anos).

O grupo III era composto por 36 carteiros motociclistas normo-ouvintes, sexo masculino (100%), com idades variando de 21 a 38 anos (média de 27 anos).

O grupo IV (grupo controle) era composto por 34 trabalhadores normo-ouvintes, do sexo masculino (100%), na faixa etária de 19 a 45 anos (média de 33 anos).

3.1.1 Critérios de inclusão

- trabalhadores que utilizam motocicletas;
- otoscopia sem alterações;
- limiares tonais inferiores ou iguais a 25 dB NA nas frequências de 0,25 kHz a 8 kHz;
- timpanometria tipo A e reflexos acústicos contra-laterais presentes nas frequências de 0,5 kHz, 1 kHz, 2 kHz e 4 kHz;
- trabalhadores do sexo masculino;
- faixa etária de 18 a 45 anos;

3.1.2 Critérios de exclusão

- trabalhadores com alteração no exame otorrinolaringológico ou audiológico;
- morbidade pessoal, como história atual de doença otológica ou pregressa de otopatia crônica, observado por meio de exame clínico, e doença sistêmica como hipertensão arterial sistêmica, diabetes *mellitus* tipo I e o uso de medicação ototóxica;
- morbidade familiar – história familiar de perda auditiva precoce.

3.2 Métodos

Todos os trabalhadores foram submetidos ao questionário carteiro motociclista (grupos I, II e III) e grupo controle (grupo IV), baseados em outros estudos (Bernardi, 2000; Fiorini, 2000) e exame otorrinolaringológico completo com ênfase na otoscopia para afastar doenças da orelha média ou externa (Anexos C e D).

A avaliação audiológica de cada trabalhador consta dos seguintes testes: audiometria tonal liminar convencional, audiometria vocal, imitanciometria acústica, registro de emissões otoacústicas produto de distorção.

3.2.1 Audiometria tonal liminar

A pesquisa de limiares tonais audiométricos foi realizada nas frequências de 0,25 kHz a 8 kHz por via aérea e de 0,5 kHz a 4 kHz por via óssea, com audiômetro MAICO-MA41 com limiares tonais inferiores ou iguais a 25 dB NA; padrão de calibração ANSI S3.6 – 1969/89, calibrado em 10.10.2001. A audiometria tonal liminar realizada em cabina audiométrica, segundo padrão ANSI S.321-1978. Os integrantes dos grupos I, II e III foram examinados após o repouso auditivo mínimo de 14 horas, a fim de evitar a influencia do deslocamento limiar temporária (Melnick, 1980 apud Oliveira, 1999).

3.2.2 Audiometria vocal

A pesquisa do índice de reconhecimento da fala foi realizada com lista de palavras monossilábicas. Os critérios para a logaudiometria foram de percentagem igual ou superior a 96% no índice de reconhecimento de fala (Costa, 1997).

3.2.3 Imitância acústica

A medida da imitância acústica foi realizada com impedanciômetro Rexton Impedance Audiometer 128, de acordo com os princípios e procedimentos básicos adotados internacionalmente (OSHA 1974). Os critérios para as medidas de imitância acústica obedecem à bilateralidade.

3.2.3.1 Timpanometria

Avaliou-se, por meio da variação de pressão (de -200 daPa até +200 daPa) aplicada ao meato acústico externo, a mobilidade da membrana timpânica. Anotado graficamente em uma curva do tipo A indica orelha média livre de fatores que alterem a complacência da membrana timpânica (Jerger et al., 1972).

3.2.3.2 Reflexos acústicos dos músculos estapédio

Foi realizada estimulação acústica e captação da resposta na orelha

contralateral, na posição de complacência máxima da membrana timpânica. Os reflexos foram testados nas frequências 0,5 kHz, 1 kHz, 2 kHz e 4 kHz, e considerados adequados os resultados entre 70 dB NPS a 100 dB NPS (Fiorini, 2000).

3.2.4 Registro de emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção

Para o registro de emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção foi utilizado um analisador de emissões otoacústicas da Bio-login Systems Corporation, programa Scout Sport (Distortion Product Otoacoustic Emissions Measurement System – program version 1.54), em local silencioso. A intensidade dos estímulos foi $L1 = 65$ dB NPS e $L2 = 55$ dB NPS e a frequência, $f2/f1 = 1,2$ e o produto de distorção = $2f1-f2$. Assim, foi possível uma curva de respostas entre frequências de 500 Hz a 8000 Hz, do tipo DP-*Gram*. (Hauser, Probst, 1991; Gorga et al., 1996; Lonsbury-Martin, 1997). O programa rejeita as emissões que não alcançarem reprodutibilidade de, pelo menos, 50% e foram consideradas respostas presentes quando a amplitude das EOAEPD medida em dB NPS foi, pelo menos, 6dB acima do ruído de fundo em cada frequência estudada (Kimberley et al., 1997; Beatice, Bleech, 2000).

O aparelho usado para registrar as EOAEPD faz, durante o exame, uma sequência de estímulos sonoros repetidos por três vezes consecutivas. Assim, para uma só orelha testada, existem três valores de respostas obtidos em cada frequência estudada 676 Hz, 932 Hz, 1304 Hz, 1818 Hz, 2588 Hz, 3614 Hz, 5128 Hz, 7250 Hz, e as frequências de 2588 Hz, 3614 Hz, 5128 Hz, 7250 Hz as de interesse para o

presente estudo. Desse modo, para se obter o resultado final em cada uma destas frequências e para cada orelha testadas, foi calculada a média aritmética dos três valores obtidos.

Ao analisar as amplitudes de respostas das EOAEPD em cada grupo foram avaliadas as frequências de 2588 Hz, 5214 Hz, 3614 Hz e 7250 Hz, por serem frequências que sofrem menos influencia nos registros da EOAEPD e por ser nesta faixa de frequência que ocorrem as alterações precoces relacionadas a PAIR (Nudelmann et al., 1997).

3.2.5 Dosimetria de ruído

A medida do nível de ruído a que os grupos I, II e III ficaram expostos foi realizada por técnico em segurança do trabalho por meio de dosímetro marca Simpson 897 com microfone de 11mm. Para a realização da dosimetria foi determinado o uso de dosímetro portátil em quatro trabalhadores: dois que trabalharam na região central da cidade e os outros dois com atividades em bairros periféricos com percursos que incluíam pistas de alta velocidade. Cada trabalhador repetiu a medida da dose no segundo dia foi utilizado o microfone do lado oposto (primeiro dia do lado da orelha direita e no segundo dia do lado da orelha esquerda), em trajetos rotineiros em regiões com características similares às do primeiro dia (FUNDACENTRO, 1998).

Tais procedimentos se justificam para avaliar a interferência do tráfego e da velocidade de deslocamento bem como a interferência da posição do escapamento na emissão do ruído. O conjunto das medições deve ser representativo das condições reais de exposição ocupacional do grupo de trabalhadores objeto de estudo. Desta forma a avaliação deve cobrir todas as condições operacionais e ambientais habituais, que envolvam o trabalhador no exercício de suas funções.

A Norma NHO 16 da FUNDACENTRO define como critério de referência para embasar os limites de exposição diária para exposição a ruído contínuo ou intermitente aquele nível que corresponda a uma dose de 100% para exposição de oito horas com nível de 85 dB(A). O critério de avaliação considera, além da referência acima citada, o incremento de duplicação da dose (q) igual a 3 e o nível limiar de integração igual a 80 dB(A). Segundo a mesma norma a avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente deve ser feita por meio da determinação da dose diária de ruído ou do nível de exposição, que são parâmetros representativos da exposição diária do trabalhador. Estes parâmetros são totalmente equivalentes, e é possível, a partir de um obter-se o outro, mediante as expressões matemáticas seguintes:

$$NE \text{ (dB)} = 10 \times \log^{(480/TE \times D/100)} + 85$$

$$D \text{ (\%)} = [(TE / 480) \times 2^{(NE - 85) \times 1/3}] \times 100$$

Onde:

NE = Nível de exposição (dB)

D = Dose diária de ruído (%)

TE = tempo de duração da jornada diária de trabalho (min)

Quanto à localização do microfone, o mesmo foi afixado no interior do capacete junto à almofada de espuma de modo a proteger o mesmo da vibração direta proveniente de eventuais contatos com a estrutura rígida do capacete. O microfone deverá estar posicionado ao lado da orelha do trabalhador com a ponta virada para frente.

3.3 Análise estatística

Para o presente estudo foi utilizados a Análise de Variância (ANOVA) com três fatores, e o fator Grupo (Controle / Exposto <2a / Exposto 2-5a / Exposto \geq 5a) como independente e os fatores Lado (direito / esquerdo) e Frequências (7250-2588 Hz) como pareados, com nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Como principal fator de estudo foi considerado o fator grupo (Maxwell, 1997).

4 RESULTADOS

4.1 Características da população estudada

A distribuição dos trabalhadores dos grupos I, II, III e grupo controle quanto à faixa etária observa-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Distribuição dos grupos expostos e não expostos ao ruído ocupacional quanto à faixa etária, ECT, 2003.

Faixa etária (anos)	Grupos							
	Grupo I		Grupo II		Grupo III		Grupo IV	
	n = 37		n = 41		n = 36		n = 34	
	n	%	n	%	n	%	n	%
18 a 25	19	51,3	16	39,0	4	11,1	4	11,8
26 a 35	16	43,2	23	56,0	21	58,3	16	47,1
36 a 45	2	5,4	2	5,0	11	30,5	14	41,1

A exposição ao ruído, fora do ambiente de trabalho, foi verificada durante a anamnese, para os quatros grupos, de modo que os próprios trabalhadores, auxiliados pelo entrevistador, julgavam se determinado ruído era excessivo. Foram consideradas aquelas exposições de pelo menos uma hora durante a semana (Tabela 2).

Tabela 2 – Distribuição da exposição ao ruído em atividade fora do ambiente de trabalho nos grupos (I, II, III e IV). ECT, 2003.

Grupos	Exposição ao ruído não ocupacional									
	Grupo musical		Fone de ouvido		Danceteria		Motocicleta		Total	
	n	%	N	%	n	%	N	%	n	%
Grupo I (n = 37)	8	21,6	2	5,4	2	5,4	-	-	12	32,4
Grupo II (n = 41)	4	9,7	2	4,8	-	-	2	4,8	8	19,5
Grupo III (n = 36)	3	8,3	1	2,8	2	5,5	-	-	6	16,7
Grupo IV (n = 34)	2	5,8	3	8,8	2	5,8	-	-	7	19,4

Os sintomas pesquisados na anamnese foram considerados para os grupos expostos a ruído ocupacional (grupo I, II e III) e para o grupo controle (IV), visto que estes necessariamente não são causados por ruído (Tabela 3). O sintoma predominante independente do grupo avaliado foi o zumbido, seguido de ansiedade ou nervosismo.

Tabela 3 - Prevalência de sintomas referidos entre os grupos expostos a ruído ocupacional (I, II e III) e grupo controle (IV). ECT, 2003.

Sintomas Pesquisados	Grupos							
	Grupo I (n = 37)		Grupo II (n = 41)		Grupo III (n = 36)		Grupo IV (n = 34)	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Zumbido	2	5,4	4	9,7	4	11,1	7	20,6
Intolerância aos sons intensos*	-	-	1		-	-	1	2,4
Acha que não ouve bem	2	5,4	1		-	-	2	4,8
Tontura	1	2,7	1		-	-	-	-
Nervosismo e ansiedade	4	10,8	2		1	2,8	-	-

*sensação de desconforto ao escutar sons percebidos como de alta intensidade.

4.2 Registros das emissões otoacústicas por produto de distorção

4.2.1 Variação da amplitude de EOAEPD entre os grupos

- *Comparação entre orelhas direita e esquerda:*

Ao analisar a diferença entre as orelhas direita e esquerda em frequências isoladas nos quatros grupos de trabalhadores normo-ouvintes, não houve diferença estatisticamente significativa quanto à variação de amplitude das respostas de EOAEPD e entre estas menos o ruído de fundo quanto aos grupos, no entanto evidenciou diferença estatisticamente significante em relação orelhas direita e

esquerda e frequências isoladas independente do grupo ($p < 0,05$), e este não é o comparativo de interesse para o presente estudo (Tabela 4).

Tabela 4 - Médias e desvios-padrão das EOAEPD por frequências isoladas das orelhas direita e esquerda dos grupos I, II, III e IV (grupo controle).

Grupos (anos)	EOAEPD								
	Orelha Direita				Orelha Esquerda				
	7250	5128	3614	2588	7250	5128	3614	2588	
Grupo I ≤ 2	n	37	37	37	37	37	37	37	37
	Média	-6,52	-1,27	0,68	4,38	-6,69	-0,15	0,29	4,44
	Desvio padrão	8,01	7,26	5,41	6,23	8,55	6,54	5,42	5,98
Grupo II > 2 e < 5	n	41	41	41	41	41	41	41	41
	Média	-10,88	-3,17	-0,43	3,46	-9,27	-1,28	0,53	3,50
	Desvio padrão	9,57	7,03	6,57	7,10	8,78	7,09	6,41	7,72
Grupo III ≥ 5	n	36	36	36	36	36	36	36	36
	Média	-11,52	-3,21	-1,43	3,72	-9,32	-1,72	-1,63	1,38
	Desvio padrão	9,82	7,97	7,21	6,91	10,50	6,74	7,47	7,86
Grupo IV Controle	n	34	34	34	34	34	34	34	34
	Média	-9,30	-5,66	-5,47	0,80	-10,17	-5,54	-4,76	1,76
	Desvio padrão	9,27	5,18	6,04	6,58	9,31	5,79	6,44	5,02

Desta forma como não foi observada diferença estatisticamente significativa quanto às orelhas direita e esquerda entre os grupos, os resultados para ambas orelhas foram somados. Com isso dobrou-se o número da amostra.

- *Comparação dos grupos (I, II, III e IV):*

O grupo I, constituído por carteiros motociclistas normo-ouvintes com exposição ao ruído menor ou igual a dois anos, apresentou amplitudes de EOAEPD maiores estatisticamente significativa ($p < 0,05$), nas frequências de 7250Hz e 5128Hz, em comparação com os outros grupos (II, III e IV).

O grupo IV, formado por trabalhadores com audição normal e não expostos a ruído, apresentou respostas menores da amplitude de EOAEPD que os três grupos (I, II e III), e estatisticamente significativa nas frequências entre 5128 Hz e 2588 Hz.

O grupo III, constituído por carteiros motociclistas com cinco ou mais anos de exposição ao ruído, apresentou uma resposta de amplitude das EOAEPD menor na frequência de 7250 Hz em comparação com os outros grupos estudados, e não foi estatisticamente significativa.

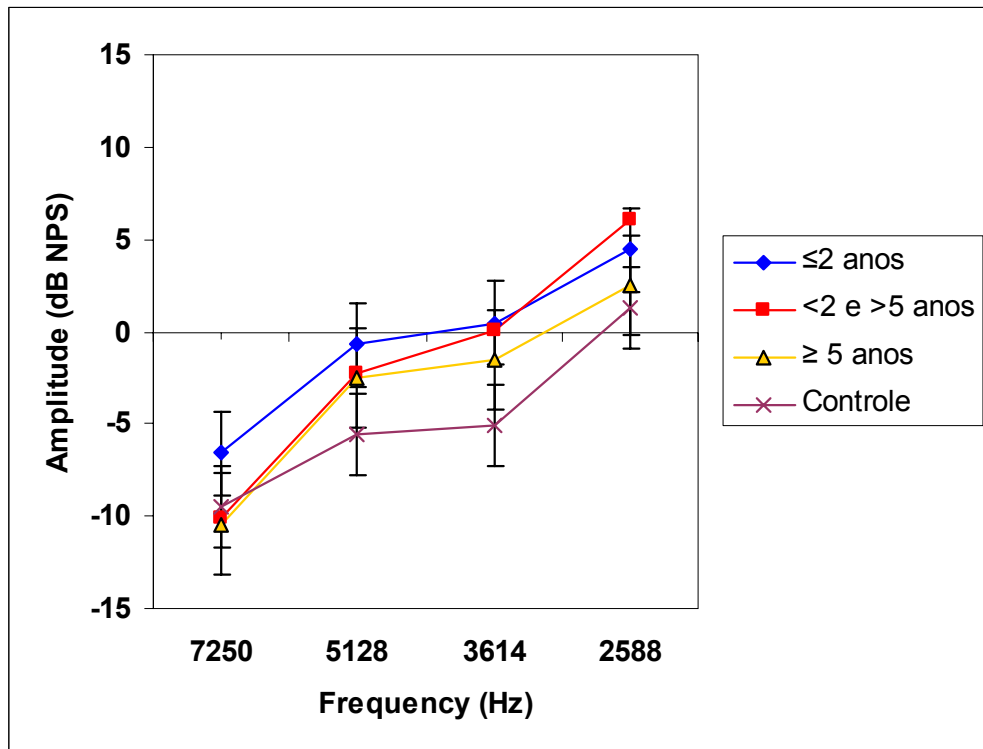
De forma geral, em todos os grupos (I, II, III e controle), a amplitude das respostas de EOAEPD são maiores nas frequências de intensidade fraca (Tabela 5).

Observou-se que quanto menor o tempo de exposição a amplitude das respostas da EOAEPD é mais elevada (Gráfico 1).

Tabela 5 - Média e desvios-padrão das amplitudes das respostas de EOAEPD nas frequências de 7250 Hz, 5128 Hz , 3614 Hz, 2588 Hz dos grupos I, II, III e IV (controle).

Grupos (anos)		EOAEPD			
		Frequência (Hz)			
		7250	5128	3614	2588
Grupo I ≤ 2	Média	-6,60	-0,71	0,48	4,41
	Desvio padrão	8,23	6,88	5,38	6,06
	n	74	74	74	74
Grupo II > 2 e < 5	Média	-10,07	-2,22	0,05	3,48
	Desvio padrão	9,16	7,08	6,47	7,37
	n	82	82	82	82
Grupo III ≥ 5	Média	-10,42	-2,47	-1,53	2,55
	Desvio padrão	10,16	7,36	7,29	7,44
	n	72	72	72	72
Grupo Controle	Média	-9,74	-5,60	-5,11	1,28
	Desvio padrão	9,23	5,45	6,21	5,83
	n	68	68	68	68

Gráfico 1. Média das amplitudes das respostas de EOAEPD nas frequências de 7250 Hz, 5128 Hz, 3614 Hz, 2588 Hz dos grupos I, II, III e IV (controle). Intervalo de confiança para a média: média \pm 1,96 * desvio-padrão / $\sqrt{(n-1)}$



4.2.2 Variação de EOAEPD menos o ruído de fundo

Visto que não houve diferença estatisticamente significativa quanto orelha direita e esquerda em relação aos grupos (I, II, III e IV), os dados foram analisados independentes do lado direito e esquerdo. Com isso obteve-se o dobro da amostra para cada grupo avaliado.

- Comparação entre os grupos I, II, III e grupo controle:

O valor médio máximo da amplitude foi 19,52 dB NPS na frequência de 3614 Hz no grupo I e o valor médio mínimo foi 8,00 dB NPS na frequência 7250 Hz no grupo III (Tabela 6).

Tabela 6 - Média e desvios-padrão das EOAEPD menos o ruído de fundo dos grupos estudados (grupo I, II, III e IV) em frequências isoladas.

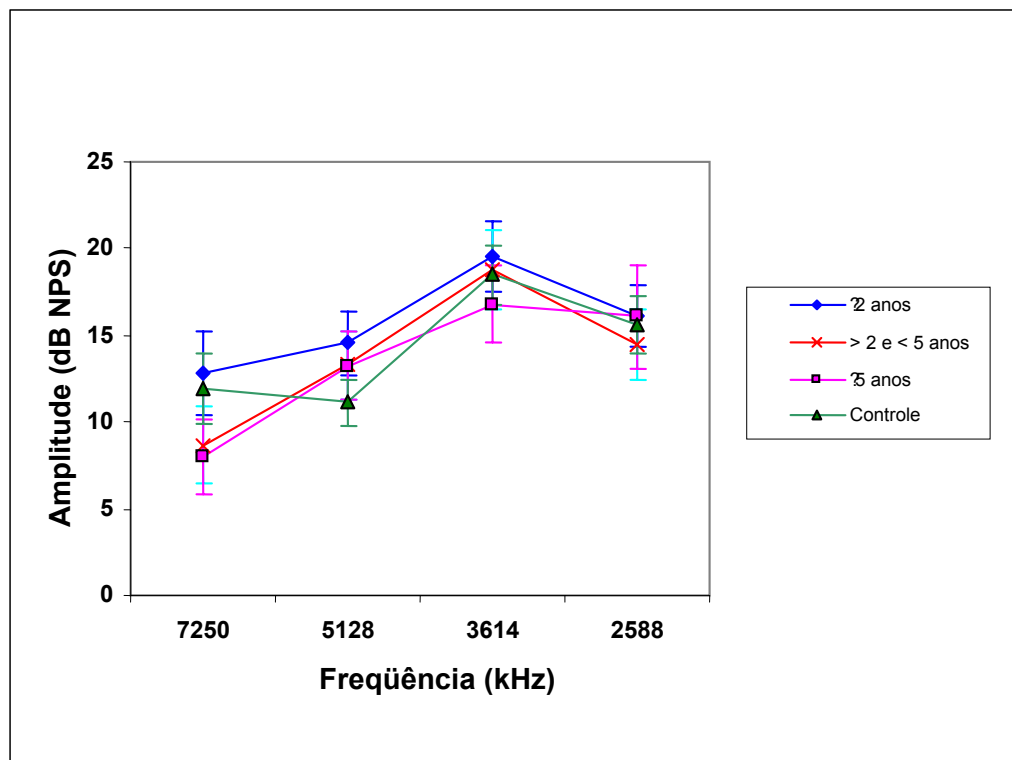
Grupos (anos)		Frequências (Hz)			
		7250	5128	3614	2588
Grupo I ≤ 2	Média	12,82	14,55	19,52	16,12
	Desvio-padrão	10,28	8,11	8,82	7,72
	N	74	74	74	74
Grupo II > 2 e < 5	Média	8,69	13,29	18,80	14,42
	Desvio-padrão	9,99	9,06	10,64	9,29
	N	82	82	82	82
Grupo III ≥ 5	Média	8,00	13,23	16,81	16,10
	Desvio-padrão	9,15	8,44	9,52	12,75
	N	72	72	72	72
Grupo Controle	Média	11,93	11,15	18,47	15,61
	Desvio-padrão	8,40	5,64	7,30	6,72
	N	68	68	68	68

A amplitude média máxima ocorreu na frequência de 3614 Hz em todos os grupos estudados, sendo o maior valor da amplitude máxima de 19,14 dB NPS

observado no grupo I com o tempo de exposição menor ou igual a dois anos. Seguida pelo grupo II, grupo IV e por último pelo grupo III (Gráfico 2).

Os grupos expostos ao ruído apresentaram as menores respostas das amplitudes de EOAEPD na frequência de 7250 Hz, com valor médio das amplitudes diferentes, o valor observado no grupo III foi menor com maior tempo de exposição. O grupo IV apresentou menor amplitude na frequência de 5128 Hz.

Gráfico 2. Média e desvios-padrão das EOAEPD menos o ruído de fundo dos grupos estudados (I, II, III e IV) em frequências isoladas. Legenda: Intervalo de confiança para a média: $média \pm 1,96 * \text{desvio-padrão} / \sqrt{(n-1)}$



A maior diferença de resposta de amplitude foi observada no grupo de trabalhadores expostos a ruído (grupo III), com o valor médio máximo de amplitude da resposta de EOAEPD menos ruído de fundo de 16,81 dB NPS e o valor médio mínimo de 8,00 dB NPS.

Ao analisar as amplitudes da EOAEPD menos o ruído de fundo, observa-se que o grupo I, obteve a maior amplitude de resposta na frequência de 3614 e o grupo III a menor amplitude na frequência de 7250 Hz.

O comportamento das respostas da média de amplitude de EOAEPD na frequência de 7250 Hz nos grupos I e IV foram maiores em relação aos outros grupos (II e III).

4.3 Dosimetria

A dosimetria foi considerada, num segundo momento, como parâmetro de exposição, e determinada por meio dos resultados das medições previamente realizadas pelo Setor de Engenharia, Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT).

Os níveis de ruído encontrado foram de 80dB (A) e 82dB (A) para os percursos em região central e bairros periféricos que incluem rodovias de alta velocidade, respectivamente.

5 DISCUSSÃO

5.1 Seleção dos trabalhadores

Durante a realização deste estudo ocorreram algumas limitações no processo de seleção dos trabalhadores, haja vista a função dinâmica que os carteiros motociclistas desenvolvem e porque a frota na ECT estava no período de expansão. Desta forma os trabalhadores com menos tempo de exposição ao ruído predominaram. Foi necessário, então, analisar um tempo de exposição menor para que a amostra torna-se homogênea e representativa.

A opção em utilizar a clínica privada surgiu pela melhor adaptação dos horários dos carteiros motociclistas, no que se refere ao horário de repouso de no mínimo 14 horas após a exposição. Era necessário, desta forma, realizar os exames antes de ir ao trabalho que iniciava, para alguns, às seis horas da manhã.

Inicialmente, conforme o trabalho de Ross, de 1989, em que a velocidade da motocicleta é um fator de contribuição para aumentar a exposição do ruído a qual os motociclistas estão expostos, foi proposto avaliar os carteiros motociclistas quanto à localização dos Centros de Distribuição Domiciliar (CDD), onde são realizadas as separações das correspondências pelo número do Código de Endereçamento Postal (CEP). Mediante o mapa de distribuição dos CDD da cidade de São Paulo, sugeriu-se

centros que incluíam trajetos em rodovias de alta velocidade (CDD - Jaguaré) e trajeto no centro urbano (CDD - Mooca). Os carteiros motociclistas selecionados submeteram-se a dosimetria de ruído na CDD determinada para o estudo, no entanto o resultado apresentados foram de 80dB (A) e 82dB (A) para os percursos em região central e bairros periféricos que incluem rodovias de alta velocidade respectivamente, não alcançava o limite adotados pela FUNDACENTRO de 85dB (A). Desse modo, optou-se por não subdividir os grupos de carteiros motociclistas quanto à localização.

Todos os carteiros motociclistas pertencentes a CDD selecionada para o estudo não recusaram a participar do referente trabalho. Acreditou-se, assim, não ter ocorrido viés de seleção importante que impedisse a condução do estudo.

5.2 Registros das emissões otoacústicas por produto de distorção

5.2.1 Variação da amplitude de EOAEPD entre os grupos

As amplitudes de EOAEPD obtidas nas orelhas direita e esquerda nos grupos estudados não diferiram estatisticamente em nenhuma das frequências testadas, tornando possível agrupá-las (Tabela 4). Concordando com a literatura compulsada (Roede et al., 1993; Coube, 1997; Oliveira, 1999; Frota, Iório, 2002) que também não encontraram diferença estatisticamente significativa entre as orelhas direita e esquerda em sujeitos normo-ouvintes. Por outro lado, Fukuda et al, em 1998, verificou diferença entre as orelhas direita e esquerda em frequências isoladas.

O grupo I, composto de trabalhadores normo-ouvintes com tempo de exposição menor ou igual a dois anos, apresentou amplitudes mais elevadas em 7250 Hz e 5128 Hz ($p < 0,05$), em ambas as orelhas (Tabela 5, Gráfico 1). Verificou-se na literatura que existe grande variabilidade quanto à frequência ou faixas de frequência onde as amplitudes de EOAEPD poderiam ser mais intensas, no que se refere a grupo não expostos a ruído (Lonsbury-Martin et al., 1990; Smurzinski, Kim, 1992; Roede et al., 1993; Coube, 1997), fato este não observado no presente estudo em que as amplitudes mais elevadas ocorreram no grupo exposto a ruído, e o grupo I apresenta o menor tempo de exposição quando comparado aos outros grupos II (maior de dois anos e menor que cinco) e o III (maior ou igual a cinco anos de exposição ao ruído).

Ao consultar a literatura, algumas explicações têm sido propostas de acordo com este achado. Kemp (1981) pressupõe que a causa para o aumento da amplitude das EOA na orelha humana após breve exposição a ruído moderado está relacionada a um fenômeno de “salto”, observado no limiar auditivo. Este fenômeno também tem sido observado com maior frequência em indivíduos com exposição a drogas ototóxicas, e é um parâmetro para a interrupção do tratamento como citam Raveh et al., 1998 e Vallejo et al., 2001. Estes dois grupos de autores estudaram o efeito de drogas ototóxicas nas CCE e concordam com a hipótese que explica este fenômeno de incremento nas respostas da EOAEPD e afirmam que se trata de uma disfunção ou lesão coclear na área vizinha à da resposta, e acreditam ainda que este fenômeno poderia também resultar de uma irritação das CCE antes da lesão, similarmente ao que acontece nas células do sistema vestibular.

Oeken e Menz (1996) evidenciaram em estudo com 59 indivíduos com audição normal antes e após exposição a ruído branco que em 10% das orelhas estudadas ocorreu uma reação atípica com aumento da amplitude das EOAEPD.

Silveira et al. (2002) observaram respostas maiores de amplitudes das EOAEPD no grupo de indivíduos expostos a ruído em relação a dois grupos não expostos a ruído. Dado este observado neste estudo, onde o grupo exposto ao ruído obteve amplitude maior que o grupo não exposto ao ruído (Gráfico 1).

Wagner et al. (2003), observaram aumento significativo na variabilidade da amplitude das EOAEPD após a exposição ao ruído e evidenciaram igual distribuição de aumento e diminuição na amplitude das EOAEPD.

Outra hipótese é o comprometimento do sistema olivococlear medial eferente, evidenciado nas doenças neurodegenerativas e drogas ototóxicas, que levam ao aumento de incrementos da amplitude de respostas da EOAEPD (Berlin et al., 1993 e 1994). Apesar do sistema olivococlear já ter sido descrito há várias décadas, o seu estudo tem merecido maior atenção nos últimos anos. A estimulação deste sistema provoca alterações na resistência das membranas das CCE, modulando os seus potenciais. É possível também que exerça alguma atividade de proteção da orelha interna, contra danos ocasionados pela exposição a ruídos intensos, mediante o reflexo medial eferente. Na literatura, as dúvidas acerca do funcionamento do sistema eferente auditivo ainda são muito grandes e persistem até hoje (Pialarissi et al., 2000).

No estudo de Canlon e Fransson, em 1995, a amplitude das EOAEPD do grupo controle foi depressiva em todas as frequências testadas e principalmente nas frequências baixas (1 kHz, 1,75 kHz e 2 kHz). No estudo de Lonsbury-Martin et al. (1990), as frequências de 2 kHz a 3 kHz foram as que apresentaram menor amplitude e nos trabalhos de Lopes F^o et al. (1995) e Coube (1997) foi considerada a frequência de 3 kHz, no grupo não exposto a ruído.

Observou-se, neste estudo, as menores respostas de amplitudes no grupo controle, o que foi estatisticamente significativa nas frequências entre 5128 Hz e 2588 Hz ($p < 0,05$). Acredita-se na possibilidade de justificar estes achados quanto a diferença da média de idade do grupo controle, realmente pouco maior que o grupo III, mas em contra partida ao comparar os grupos I com II, as idades se equivalem.

O grupo III, com exposição ao ruído ≥ 5 anos, obteve a menor amplitude em frequência isolada (7250 Hz), não sendo estatisticamente significativa. Diferindo dos relatos da literatura, que apontam a frequência de 3 kHz como a responsável por resposta de menor amplitude em trabalhadores expostos ao ruído (Smurzynski, Kim, 1992; Oliveira, 1999).

Neste estudo, observa-se a amplitude das respostas de EOAEPD são maiores nas frequências de intensidade fracas em todos os grupos avaliados (Tabela 6). Ao confrontar estes dados com os da literatura pesquisada verificou-se que, nos estudos com indivíduos normo-ouvintes as frequências com amplitudes mais elevadas eram superiores a 1 kHz, apesar da grande variabilidade encontrada. Mesmo assim, a

amplitude média máxima em todos os grupos estudados foi observada na frequência de 2588 kHz, porque as frequências mais baixas foram excluídas da análise desta pesquisa (Lonsbury-Martin et al., 1990; Roede et al., 1993; Coube, 1997). Smurzinski e Kim (1992), por outro lado, referiram amplitudes de EOAEPD maiores em frequências mais altas.

5.2.2 Variação de EOAEPD menos o ruído de fundo entre os grupos

Ao analisar a variação da amplitude de resposta subtraindo o produto de distorção do ruído de fundo nas orelhas direita e esquerda, não foi observada diferença estatisticamente significativa em nenhuma das frequências testadas. De acordo com a literatura compulsada (Roede et al., 1993; Lopes F^o et al., 1995). Por este motivo optou-se agrupá-las.

No grupo I observou-se amplitude média máxima da EOAEPD na frequência 3614 Hz, grupo este exposto a ruído com menor tempo de exposição em relação aos outros grupos expostos e não expostos a ruído. Na literatura pesquisada observou-se grande variabilidade na amplitude das EOAEPD nos indivíduos expostos ao ruído e em alguns estudos verificou-se incremento na amplitude das EOAEPD destes indivíduos (Oeken, Menz, 1996; Silveira et al., 2002; Wagner et al., 2003). Resultado este observado por Smurzinski e Kim (1992) com o aumento na amplitude da resposta da EOAEPD entre as frequências de 4,8 kHz e 5,7 kHz.

Dentre os grupos expostos ao ruído e não expostos ao ruído, o grupo III, com maior tempo de exposição, apresentou a menor amplitude da EOAEPD na frequência de 7250 Hz. Diante da grande variabilidade ao analisar as amplitudes de respostas da EOAEPD na literatura pesquisada em sujeitos com audição normal e expostos a ruído, Silveira et al., (2001), observou na análise do produto de distorção subtraído do ruído de fundo (PD-RF) para cada frequência, que ocorreu diferença estatisticamente significativa nas frequências de 2 kHz a 8 kHz, como foi visto no presente estudo.

O valor médio máximo das amplitudes de EOAEPD nos grupos estudados foi 19,52 dB NPS no grupo I e o mínimo foi 8,00 dB NPS no grupo III (Tabela 6, Gráfico 2). As diferenças na variabilidade das amplitudes são grandes entre os estudos compulsados quanto à amplitude de EOAEPD nos grupos expostos a ruído. Assim, a amplitudes média mínima observada neste estudo confere com o publicado por Smurzinski e Kim (1992) e a amplitude média máxima, no entanto, difere da literatura (Smurzinski, Kim. 1992; Oliveira, 1999).

O valor médio da amplitude de resposta das EOAEPD obtidas no grupo não exposto a ruído variou de 18,47 dB NPS, como valor médio máximo, e 11,15 dB NPS como valor mínimo. Foi constatada na literatura grande variabilidade na amplitude das EOAEPD. Corrobora apenas no valor médio máximo das amplitudes nos estudos desenvolvidos pelos autores Lopes F° (1995) e Oliveira (1999), com valores aproximados e varia de 20 dB NPS e 16,8 dB NPS, respectivamente, apesar das diferenças metodológicas e de equipamentos.

Os resultados sugerem que o monitoramento no início da exposição ao ruído ocupacional por meio das emissões otoacústicas por produto de distorção possibilita a detecção de alterações fisiopatológicas precoces pela presença dos incrementos no registro da amplitude das EOAEPD precedendo alterações na audiometria tonal liminar e ausência ou diminuição na amplitude das EOAEPD.

5.2.3 Sintomas auditivos e não auditivos

Dentre os sintomas auditivos pesquisados o zumbido foi predominante nos grupos II, III e IV, e a maior prevalência foi no grupo IV (20,6%), seguidos pelo grupo III (11,1%) e no grupo II (9,7%). Quanto ao sintoma não auditivo a ansiedade e o nervosismo predominaram no grupo I (10,8%) (Tabela 3). Dentre os sintomas auditivos o grupo controle deteve a maior prevalência em relação aos grupos II e III, fato de muita curiosidade visto que o zumbido é um sintoma predominante nos indivíduos expostos a ruído segundo literatura pesquisada (Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva, 1999; Fiorini, 2000; Marques, 2003). Quanto aos sintomas não auditivos a ansiedade e o nervosismo foram constatados como prevalentes nos indivíduos expostos a ruído, evidenciado em estudos anteriores (Nudelmann et al., 1997).

Como o zumbido não foi o sintoma com uma maior porcentagem nos grupos expostos ao ruído, não foi analisada a relação do sintoma com os resultados das respostas das amplitudes das EOAEPD.

As variações nos resultados podem ser explicadas pelas diferentes características de cada população estudada, pelo número de indivíduos selecionados e, ainda, pela presença de viés de informação durante a aplicação dos questionários aos trabalhadores. Os pesquisadores estão sujeitos a perguntar ou interpretar as respostas de forma diferentes (Morata, Lemasters, 2001). Além destes fatores, no presente estudo, os trabalhadores não foram diagnosticados como portadores de PAIR pelo exame de audiometria tonal liminar, justamente por se tentar identificar alterações auditivas em seus estágios iniciais. Seria correto supor que se as lesões provocadas pelo ruído se encontram em estágios precoces, as proporções dos sintomas apresentados sejam, menores, como no caso do zumbido.

5.2.4 Exposição ao ruído não ocupacional

No presente estudo a exposição ao ruído não ocupacional, quer dizer fora do ambiente de trabalho, foi considerada por meio de identificação de alguns hábitos que poderiam estar associados à exposição aos níveis de pressão sonora elevados (Tabela 2). Observou-se maior prevalência do grupo I (expostos a ruído com período menor ou igual a dois anos) de 32,4% e menor no grupo IV (grupo não expostos a ruído) de 19,4%. Em outras pesquisas realizadas encontraram prevalências mais altas de “hábitos sonoros”, com variação entre 21,6% a 81,3% (Fiorini, 2000; Marques, 2003).

Alguns pesquisadores avaliaram em seus estudos a possibilidade de que a

exposição a fontes de ruído fora do ambiente de trabalho possa causar lesões auditivas, como o hábito de ouvir música com fones de ouvido (Ising et al., 1994; LePage, Murray, 1998; Silveira et al., 2001), músicas ambientais amplificadas (Jorge Jr., 1998) e ao utilizar armas de fogo (Seballos, 1998), que mostram a relação entre a ocorrência de alterações auditivas e a presença de tais hábitos.

Ao analisar as respostas das amplitudes das EOAEPD dos grupos I (expostos a ruído) e IV (não expostos a ruído) que apresentavam hábitos sonoros diferentes, não foi evidenciada diferença estatisticamente significativa.

5.3 Considerações finais

O produto de distorção demonstra a integridade da cóclea no local da membrana basilar associado ao centro geométrico da frequência dos dois tons puros (Osterhammell e Rasmussen 1992). Diversas pesquisas científicas têm procurado estudar os registros das EOAEPD e sua aplicação na detecção de modificações cocleares sutis provocadas por exposição ao ruído. Os critérios empregados para a aplicação do exame, por exemplo, no que se refere a intensidade do estímulo primários f_1 e f_2 , e os critérios utilizados para analisar os resultados dos registros da EOAEPD quanto a amplitude, subtraindo a mesma do ruído de fundo e a relação entre os valores médio destas, e quanto a variação nos valores a serem considerados como representativos de respostas presentes e ausentes da EOAEPD, diferem entre os autores pesquisados.

Conforme Skellett et al. (1996), a exposição crônica a baixos níveis de ruído causa modificações moleculares nas CCE alterando a função coclear. Os autores, contudo, não souberam referir como se apresentaria nos registros da EOAEPD. Esta alteração, entretanto, pode se manifestar com incrementos na amplitude das EOAEPD numa fase inicial de exposição a ruído e os jovens podem ser mais vulneráveis a estas modificações ou pode até ser uma predisposição inerente a determinadas orelhas.

Neste trabalho, pode-se constatar um incremento na amplitude de respostas da EOAEPD no grupo exposto ao ruído com o menor tempo de exposição. Tal fato poderia ser determinado por mecanismo de proteção da orelha interna pela exposição ao ruído por meio do reflexo medial eferente ou causado devido à resistência no ponto de contato das células ciliadas externas entre a membrana basilar e a membrana tectorial modulando seus potenciais. Até quem sabe pela junção destas atuações.

Várias questões permanecem sem resposta em relação a fisiologia do sistema olivococlear medial eferente. O efeito eferente mais conhecido constitui-se na diminuição do potencial de ação do nervo auditivo quando presente ao estímulo sonoro contra-lateral. Além deste efeito inibitório, o sistema eferente pode atuar nos potenciais cocleares determinando o aumento da amplitude do microfonismo coclear. O microfonismo coclear é produzido por um movimento de frequência sonora que muda a resistência dos estereocílios das CCE, e resulta na criação de um fluxo elétrico corrente através destas células e da cóclea. No ser humano, esta

hiperpolarização ainda não foi medida; mas, em vários sistemas ciliares não mamíferos, a estimulação eferente aumenta a condutância e hiperpolarização as células ciliadas externas (Mountain et al., 1980).

O sistema nervoso auditivo eferente pode ter uma participação importante na fisiologia coclear, a qual, provavelmente, necessitará de pesquisa futuras. Talvez possa exercer uma atividade de proteção da orelha interna a danos causados por ruído por meio do reflexo medial eferente.

As modificações verificadas na amplitude das EOAEPD não resultam de alteração temporária de limiar (*temporary threshold shift* – TTS), visto que foi usado um período igual ou superior a 14 horas de repouso auditivo antes da realização dos testes, a menos que haja necessidade de maior tempo de recuperação especialmente para as CCE, o que ainda não foi averiguado na literatura pesquisada até o presente momento.

Neste estudo os resultados observados na variabilidade das amplitudes de respostas da EOAEPD diferem da maioria da literatura pesquisada em trabalhadores normo-ouvintes expostos ao ruído, e por isso deve ser analisado como forte indício de alteração coclear quando evidenciados nos registro das EOAEPD.

A avaliação dos registros da amplitude de respostas das EOAEPD constitui-se, portanto, em meio sensível para a detecção precoce da lesão coclear por meio do aumento na variabilidade da amplitude das EOAEPD tornando-se um parâmetro

audiométrico extremamente sensível aos efeitos da estimulação acústica, indicado pela mais discreta mudança na atividade coclear do que a audiometria tonal liminar ou redução na amplitude nas EOAEPD trabalhadores expostos ao ruído ocupacional. É um exame promissor, como instrumento auxiliar, no diagnóstico de perda auditiva induzida por ruído.

6 CONCLUSÃO

O grupo I, composto de trabalhadores normo-ouvintes com tempo de exposição menor ou igual a dois anos, apresentou amplitudes mais elevadas em 7250 Hz e 5128 Hz ($p < 0,05$), em comparação com os grupos II, III e IV.

As menores respostas de amplitudes das EOAEPD ocorreram no grupo controle, nas frequências entre 5128 Hz e 2588 Hz ($p < 0,05$).

A variabilidade na análise da amplitude de resposta das EOAEPDs e destas subtraindo o produto de distorção do ruído de fundo foi evidenciada neste estudo, independente do lado da orelha em todos os grupos estudados (I, II, III e IV).

Conclui-se que a presença de incremento no registro da amplitude das EOAEPD pode preceder alterações na audiometria tonal liminar e ausência ou diminuição na amplitude das EOAEPD.

ANEXO A

**HOSPITAL DAS CLÍNICAS**

DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
CAIXA POSTAL, 8091 – SÃO PAULO - BRASIL

DIRETORIA CLINICA

Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa**APROVAÇÃO**

A Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de 16.06.04, APROVOU o Protocolo de Pesquisa' nº 291/04, intitulado: "Estudo da amplitude das emissões otoacústicas por produto de distorção em trabalhadores normo-ouvintes expostos ao ruído ocupacional com relação ao tempo de exposição.", apresentado pelo Departamento de OFTALMOLOGIA E OTORRINOLARINGOLOGIA, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Pesquisador (a) Responsável: **Prof Dr. Ossamu Butugan**

Pesquisador(a) Executante: **Dra. Líscia Lamenha Apolinário Ferreira**

CAPPesq, 16 de Junho de 2004.

PROF. DR. CLAUDIO LEONE

Presidente da Comissão de Ética para Análise
de Projetos de Pesquisa

OBSERVAÇÃO: Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar à CAPPesq, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 196, de 10.10.1996, inciso IX2, letra "c").

ANEXO B**HOSPITAL DAS CLÍNICAS**

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

TERMO DE CONSENTIMENTO PÓS -INFORMAÇÃO

(Instruções para preenchimento no verso)

I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. NOME DO PACIENTE :.....
DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : SEXO : .M F
DATA NASCIMENTO:/...../.....
ENDEREÇONº.....APTO:.....
BAIRRO: CIDADE
CEP:.....TELEFONE:DDD(.....)
- 2.RESPONSÁVEL LEGAL
NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.)
DOCUMENTO DE IDENTIDADE :SEXO: M F
DATA NASCIMENTO.:/...../.....
ENDEREÇONº.....APTO:.....
BAIRRO:.....CIDADE:
CEP:.....TELEFONE:DDD (.....).....

II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA : "AMPLITUDE DAS EMISSÕES OTOACÚSTICA POR PRODUTO DE DISTORÇÃO EM MOTOCICLISTAS NORMO-OUVINTES"

.....
PESQUISADOR: ...Dra. Lísia Lamenha Apolinário Ferreira
CARGO/FUNÇÃO: .Pós-graduanda..... INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº 83905
UNIDADE DO HCFMUSP: Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia.

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

SEM RISCO **X** RISCO MÍNIMO RISCO MÉDIO
RISCO BAIXO RISCO MAIOR

(probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo)

4. DURAÇÃO DA PESQUISA : 19 meses.

_III - REGISTRO DAS EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO PACIENTE OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, CONSIGNANDO:

1. justificativa e os objetivos da pesquisa; 2. procedimentos que serão utilizados e propósitos, incluindo a identificação dos procedimentos que são experimentais; 3. desconfortos e riscos esperados; 4. benefícios que poderão ser obtidos; 5. procedimentos alternativos que possam ser vantajosos para o indivíduo.

Você está sendo convidado a participar de um estudo clínico que envolve pesquisa. Entretanto, se você decidir participar, antes de você dar seu consentimento você deve ler as informações seguintes. Depois de ter lido atentamente informações, você terá a oportunidade de fazer perguntas e discutir o estudo com seu médico, sua família ou amigos. Se você estiver envolvido atualmente em um estudo de pesquisa, você não poderá participar deste.

Objetivo e Desenho do Estudo: Verificar as variações das amplitudes das emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção e sua relação com ruído de fundo nos motociclistas normo-ouvintes de acordo com o tempo de exposição.

Os trabalhadores que atenderem a todos os critérios de inclusão e concordar em participar do estudo, serão submetidos aos exames audiométricos.

Duração do estudo: 19 meses.

Procedimentos a serem seguidos durante o estudo: Os trabalhadores que foram selecionados para inclusão no estudo (nem todos os trabalhadores serão incluídos no estudo) e decidir participar, o trabalhador terá que ser submetido aos exames audiométricos, que constam de audiometria liminar tonal e vocal, logaudiometria, imitanciometria acústica e emissões otoacústica por produto de distorção.

Possíveis danos, riscos e desconfortos pela participação no estudo: Os procedimentos a serem submetidos são os exames audiométricos, que comumente faz parte dos exames periódicos dos trabalhadores expostos a ruído ocupacional, portanto são exames conhecidos pelos trabalhadores, não sendo conhecido apenas as emissões otoacústica por produto de distorção por não fazer parte da rotina dos exames periódicos. As emissões otoacústicas é um exame relativamente simples, rápido, não doloroso, podendo ser realizado em qualquer faixa etária, portanto não necessitará de anestesia.

Benefícios do estudo: Possibilitar uma melhor avaliação da função auditiva por meio das emissões otoacústicas por produto de distorção nos trabalhadores expostos ao ruído ocupacional, mesmo quando a audiometria tonal se mostra normal. Com isso o acompanhamento destes trabalhadores é de fundamental importância na prevenção da perda auditiva, uma vez que o tempo de exposição ao ruído ocupacional promove as variações nas amplitudes de respostas às emissões otoacústicas.

IV - ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA:

1. acesso, a qualquer tempo, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa, inclusive para dirimir eventuais dúvidas.
2. liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e de deixar de participar do estudo, sem que isto traga prejuízo à continuidade da assistência.

3. salvaguarda da confidencialidade, sigilo e privacidade.
4. disponibilidade de assistência no HCFMUSP, por eventuais danos à saúde, decorrentes da pesquisa.
5. viabilidade de indenização por eventuais danos à saúde decorrentes da pesquisa.

V. INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.

Dra. Líscia Lamenha Apolinário Ferreira, Prof. Dr. Ossamu Butugan

Rua Cubatão, nº 1140 - telefone 5572-0025 ou Fax 5572-7373 São Paulo-SP.

VI. OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES:

Os exames clínicos, audiométricos e de emissões otoacústicas por produto de distorção alterados, serão informados para o sujeito da pesquisa através do setor de engenharia, segurança e medicina do trabalho, o qual se responsabilizará a tomar às devidas providências.

VII - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Protocolo de Pesquisa

São Paulo, de de 200....

.....
Assinatura do sujeito da pesquisa ou responsável legal

.....
Assinatura do pesquisador
(carimbo ou nome Legível)

III – EM RELAÇÃO À SAÚDE

DOENÇAS SISTÊMICAS:

HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA: SIM () NÃO ()

DIABETES: SIM () NÃO ()

OUTRAS?.....

USO DE MEDICAÇÃO OTOTÓXICA?.....

QUAIS OS PROBLEMAS DE SAÚDE QUE COSTUMA APRESENTAR?

.....

REALIZOU ALGUMA CIRURGIA OTOLÓGICA?

.....

DOENÇAS OTOLÓGICAS PREGRESSAS, QUAIS?

.....

EM RELAÇÃO À AUDIÇÃO, QUAIS OS SINTOMAS? (HIPOACUSIA, ZUMBIDO,
PLENITUDE, OTALGIA E TONTURA)

.....

SURDEZ NA FAMÍLIA E/OU OUTRAS DOENÇAS, QUAIS?

.....

TEM COMO LAZER OUVIR MÚSICA (WALKMAN), FREQUENTAR
DANCETERIAS, DENTRE OUTROS?

.....

PRÁTICA ALGUM ESPORTE, QUAL?

.....

TÊM OUTRAS ATIVIDADES PROFISSIONAIS, QUAIS?

.....

ANEXO D**QUESTIONÁRIO APLICADO AO GRUPO CONTROLE****DATA:**...../...../.....**ORIGEM:**.....**I – IDENTIFICAÇÃO****NOME:**.....**DATA DE NASCIMENTO**...../...../..... **IDADE:****SEXO:** FEMININO () MASCULINO ()**LOCAL DE NASCIMENTO:****CIDADE:**.....**ESTADO:**.....**EXAME FÍSICO (OTOSCOPIA):****NORMAL OD () OE () ALTERADA OD () OE ()****QUAL A ALTERAÇÃO**.....**DATA DE ADMISSÃO NA EMPRESA ATUAL:**.....**CITE QUAIS FORAM SEUS EMPREGOS ANTERIORES:**.....
.....
.....
.....
.....
.....**DOENÇAS SISTÊMICAS:****HIPERTENSÃO ARTERIAL:** SIM () NÃO ()**DIABETES:** SIM () NÃO ()**OUTROS ()**

QUAIS?.....

.....

QUAIS PROBLEMAS APRESENTOU NO OUVIDO?

.....

USO DE MEDICAÇÃO NO OUVIDO: SIM () NÃO ()

SINTOMAS AUDITIVOS:

DIMINUIÇÃO DA AUDIÇÃO: OD () OE ()

ZUMBIDO: OD () OE ()

OTALGIA: OD () OE ()

TONTURA: OD () OE ()

TEM HISTÓRIA DE SURDEZ NA FAMÍLIA? SIM () NÃO ()

QUEM?.....

TEM COMO LAZER:

OUVIR MÚSICA ALTO () WALKMAN () REQUENTAR DANCETERIAS ()

DENTRE OUTROS?.....

PRÁTICA ALGUM ESPORTE? SIM () NÃO ()

QUAL?.....

TÊM OUTRAS ATIVIDADES PROFISSIONAIS? SIM () NÃO ()

QUAIS ?

.....

.....

REFERÊNCIAS¹

Attias J, Bresloff I, Reshef I, Horowitz G, Furman V. Evaluating noise-induced hearing loss with distortion product otoacoustic emissions. *Br J Audiol.* 1998;32(1):39-460.

Barbosa ASM. *Ruído urbano e perda auditiva: o caso da exposição ocupacional em atividade ligadas à coordenação do tráfego de veículos no município de São Paulo* [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo; 2001.

Beatice RC, Bleech J. Effects of sample size on the reliability of noise floor and distortion product otoacoustic emissions. *Br J Audiol.* 2000; 34(5):305-9.

Berlin CI, Hood LJ, Cecola P. Does type I afferent neuron dysfunction reveal itself through lack of efferent suppression? *Hear Res.* 1993; 65:40-50.

Berlin CI, Hood LJ, Hurley A, Wen H. Contralateral suppression of otoacoustic emissions: index of the function of the medial olivo-cochlear system. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1994;110:3-21.

¹ De acordo com:

Adaptado de *International Committee of Medical Journal Editors* (Vancouver) Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A.L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2004. Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

Bernardi APA. *Trabalhadores expostos simultaneamente a ruído e tolueno: estudo das otoacústicas evocadas transitórias e efeito de supressão* [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo; 2000.

Brasil. Presidência da República. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria 3214, de 8 de junho de 1978: aprova a *Norma Regulamentadora nº 15: atividades e operações insalubres*, anexo I. [citado 23 jun 2003]. Disponível em: <http://www.mtb.gov.br>.

Canlon B, Fransson A. Morphological and functional perservation of the outer hair cells from noise trauma by sound conditioning. *Hear Res.*1995;84:112-24.

Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva. Boletim nº 1, revisto em 14 de novembro de 1999. Perda auditiva induzida pelo ruído relacionado ao trabalho. In: Nudelmann AA, Costa EA da, Seligman J, Ibañez RN. *PAIR: perda auditiva induzida pelo ruído*. São Paulo: RevinteR; 2001;2:226-7.

Costa EA. Os testes logoaudiométricos e sua aplicação em audiologia oupacional. In: Nudelmann, A.A., Costa, E.A., Seligman, J.; Ibañez, R.N, editores. *PAIR: perda auditiva induzida por ruído*. São Paulo: Bagaggem comunicação Ltda; 1997. p.223-35.

Coube CZL. *Emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção em indivíduos com audição normal*[dissertação]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 1997.

Cubas de Almeida SI, Albernaz PA, Xavier EH, Karazawa EHI. História natural da perda auditiva ocupacional provocada por ruído. *Rev Ass Med Brasil*. 2000;46(2):143-58.

Eddins AC, Zuskov M, Salvi RJ. Changes in distortion product otoacoustic emissions during prolonged noise exposure. *Hear Res*. 1999;127:119-28.

Ferreira LLA, Silveira JAM, Percebo CC, Gonzalez F. Perda auditiva induzida por ruído: análise de audiometria tonal, potenciais evocados de tronco cerebral e emissões otoacústicas evocada por produto de distorção. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2001; 67(1): 9-14.

Fiorini AC. *O uso de registro de emissões otoacústicas como instrumento de vigilância epidemiológica de alterações auditivas em trabalhadores expostos a ruído*[tese]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo; 2000.

Frota S, Iório MCM. Emissões otoacústicas por produto de distorção e audiometria tonal liminar: estudo da mudança temporária do limiar. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2002; 68(1):15-20.

Fukuda C, Munhoz MSL, Toledo FB, Hassan ES. Emissões otoacústicas por produto de distorção em trabalhadores expostos a ruído. *Acta Awho*. 1998;17(4):176-85.

Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO). Nova Norma para avaliação da exposição ocupacional ao Ruído - NHO 16. *Seminário de Agentes Físicos Ruído e Radiações Ionizantes*. São Paulo: Mimeo. p.25; 1998.

Gattaz G, Ruggieri M, Bogar P. Estudo das emissões otoacústicas evocados em adultos jovens audiológicamente normais. *Rev Bras Otorrinolaringol*.1994;60(1)15-8.

Gold T, Pumphrey RJ. Hearing I. The cochlea as a frequency analyzer. *Proc Roy Soc B*. 1948;135:462-91.

Gorga MP, Stover L, Neely ST, Montoya D. The use of cumulative distributins to determine critical values and levels of confidence for clinical distortion product otoacoustic emissions measurements. *J Acoust Soc Am*.1996;100:968-77.

Habermann J. Ueber die schwerhörigekeit der kesselschmiede. *Archiv für Ohrenheilkunde*.1890;30:1-25 apud Cubas de Almeida SI, Albernaz PA, Xavier EH, Karazawa EHI. História natural da perda auditiva ocupacional provocada por ruído. *Rev Ass Med Brasil*. 2000;46(2):143-58.

Harris FP. Distortion-product otoacoustic emissions in humans with high frequency sensorineural hearing loss. *J. Speech Hear Res*.1990;33:594-600.

Harris FP, Lonsbury-Martin BL, Stanger AC, Coats AC, Martin GK. Acoustic distortion products in humans: Systematic changes in amplitude as a function of f_2/f_1 ratio. *J. Acoustic. Soc. Am.* 1989;85(1):220-9.

Hauser R, Probst R. The influence of systematic primary tone level variation L1-L2 on the distortion product emission $2f_1-f_2$ in normal human ears. *J Acoust Soc Am.* 1991;89(1):280-6.

Ising H, Hanel J, Pilgramm M. Risk of hearing loss caused by listening to music with head phones. *HNO.* 1994;42:764-8.

Jerger J, Jerger S, Mauldin L. Studies in impedance audiometry. *Arch Otolaryng.* 1972;96: 513-23.

Jorge Jr JJ. *Avaliação dos limites auditivos de jovens e sua relação com hábitos de exposição à música eletronicamente amplificada* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 1998.

Kemp DT. Stimulated acoustic emissions from within the human auditory system. *J Acoustic Soc Am.* 1978;64(5):1386-91.

Kemp DT. *Physiologically active cochlear micromechanics; a source of tinnitus.* Tinnitus, CIBA Foundation Symposium nº 85. London: Pitmans Medical, 1981:54-81.

Kemp DT, Ryan S, Bray P. A guide to the effective use of otoacoustic emissions. *Ear and Hearing*. 1990;11: 93-105.

Kimberley BP, Brown DK, Allen JB. Distortion product emissions and sensorineural hearing loss. In: Robinette MS, Glatke TJ *Otoacoustic emissions: clinical applications*. New York-Stuttgart: Thieme; 1997.

LePage EL, Murray NM, Latent cochlear damage in personal stereo users: a study based on click-evoked otoacoustic emissions. *Med J Aust*. 1998;169: 588-92.

Lonsbury-Martin BL, Harris FP, Stagner BB, Hawkins MD, Martin GK. Distortion product otoacoustic emissions in humans. I. Basis properties in normally hearing subjects. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1990;147(Suppl. 99).

Lonsbury-Martin BL, Martin GK, Telischi FF. Emissões otoacústica na prática clínica. In: Musiek, F. E. e Ruitelmann, W. F. *Perspectivas atuais na avaliação auditiva*. Tradução de Iório, M.M., Gil, D. São Paulo: Manole; 2001. 461-79.

Lonsbury-Martin BL, Martin GK, Whitehead ML. Distortion product otoacoustic emissions. In: Robinete MS, Glatke TJ. *Otoacoustic emissions:clinical aplicacions*. New York-Stuttgart: Thieme; 1997.

Lopes Fº O, Carlos R, Redondo MC. Produto de distorção das emissões otoacústicas. *Rev. Bras. de Otorrinolaringol*. 1995;61(6):485-94.

Marques, F.P. *Perda auditiva induzida pelo ruído: registro das emissões otoacústicas por produto de distorção como método de diagnóstico precoce* [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo; 2003.

Melnick W. Noise and induced-hearing loss. In: Keith RW. *Audiology for the physician*. Baltimore: Williams & Wilkins; 1980. p.215-37 apud Oliveira TMT. *Emissões otoacústicas em trabalhadores normo-ouvintes expostos ao ruído ocupacional* [tese]. São Paulo: Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo; 1999.

Maxwell DL, Satake E. *Research and Statistical Methods in Communication Disorders*. Baltimore:Williams & Wilkins;1997.

McCombe AW, Binnington J, Davis A, Spencer, H. Hearing loss and motorcyclists. *J Laryngol Otol*.1995;109:599-604.

McCombe AW, Binnington J, Donovan D. Hearing loss in Grand Prix motorcyclists: occupational hazard or sports injury? *Br J Sports Med*. 1994;28:35-7.

Morata TC, Lemasters GK. Considerações epidemiológicas para o estudo de perdas auditivas ocupacionais. In: Nudelmann AA, Costa EA da, Seligman J, Ibañez RN. *PAIR: perda auditiva induzida pelo ruído*. São Paulo: RevinteR; 2001. p.147-2.

Mountain DC, Geisler CD, Hubband AE. Stimulation of efferentes, alters the cochlear microphonic and the sound induced resistance changes measured in scala media of the guinea pig. *Hear Res*.1980;3:231-40.

Nudelmann AA, Costa EA da, Seligman J, Ibañez RN. *PAIR: perda auditiva induzida pelo ruído*. São Paulo: Bagagem Comunicação Ltda.; 1997.

Occupational Safety and Health Administration. Occupational noise exposure – proposed requirements and procedures: OSHA 1974. *Fed Reg.* 1974;39(207): 374-8.

Oeken J, Menz D. Amplitudenveränderungen Von distorsionsprodukten otoakustischer emissionsen nach akuter lärmeinwirkung. *Laryngo-Rhino-Otol.* 1996;75:265-9.

Oliveira TMT. *Emissões otoacústicas em trabalhadores normo-ouvintes expostos ao ruído ocupacional*[tese]. São Paulo: Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo; 1999.

Osterhammel PA, Rasmussen NA. Distortion product otoacoustic emissions: basic properties and clinical aspects. *Hear J.* 1992; 45(11):38-41.

Pialarissi PR, Rapport PB, Gattaz G. Estudo da supressão das emissões otoacústicas com a utilização de estimulação de estímulos sonoros contra-laterais em indivíduos de audição normal e em pacientes com doenças retrococleares. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2000;66(6):604-11.

Prefeitura vai limitar infrações de motoboys. *Diário de São Paulo*, São Paulo [periódico *on line*]. 2004 nov 18 [2004 nov 17]: [1 tela]. Disponível em: <[URL:http://www.diariosp.com.br/saopaulo/?editoria=16&id=214543](http://www.diariosp.com.br/saopaulo/?editoria=16&id=214543)>

Raveh E, Mount R J, Harrison RV. Increased otoacoustic-emission amplitude secondary to cochlear lesions. *The Journal of Otolaryngology*. 1998;27(6):354-60.

Roede J, Harris FP, Probst R, Xu L. Repeatability of distortion product otoacoustic emissions in normally hearing humans. *Audiol*.1993;32: 273-81.

Ross BC. Noise Exposure of Motorcyclists. *Ann Occup Hyg*.1989;33(1):p.123-7.

Seballos SL. *Condição auditiva de praticantes de tiro com armas de fogo* [dissertação]. São Paulo: Universidade Federal Santa Maria; 1998.

Silveira JAM, Brandão ALA, DE Rossi J, Ferreira LLA, Estefan P ,Gonzalez F. Avaliação da alteração auditiva provocada pelo uso do *walkman*, por meio da audiometria tonal e das emissões otoacústicas (produto de distorção): estudo de 40 orelhas. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2001;65(5):650-4.

Silveira JAM, Ferreira LLA, Bekerman S, Maolucelli DAB, Marotta RMB, D'Ottaviano FG. Orelha absoluta ou “orelha musculosa”: verdade anátomo-fisiológica? Primeira comunicação. *Anais*. 2002;55. (Apresentado no 36º Congresso Brasileiro de Otorrinolaringologia.2002 Nov 18-23; Florianópolis, Brasil).

Skellett RA, Crist JR, Fallon M, Bobbin RP. Chronic low-level noise exposure alters distortion product otoacoustic emissions. *Hear. Res*. 1996;98(1-2):68-76.

Sliwinska-Kowalska M, Kotylo P. Is otoacoustic emission useful in the differential diagnosis of occupational noise-induced hearing-loss? *Med Pr*. 1997;48(6):613-20.

Smurzinski J, Kim DO. Distortion-product and click-evoked otoacoustic emissions of normally-hearing adults. *Hear Res.* 1992;58:227-40.

Subramaniam M, Salvi RJ, Spongr VP, Henderson D, Powers NL. Changes in distortion product otoacoustic emissions and outer hair cells following interrupter noise exposures. *Hear Res.* 1994;74:204-16.

Vallejo JC, Silva MN, Oliveira JAA, Carneiro JJ, Rocha LSO, Figueiredo JFC, Chiosi MFV. Detecção precoce de ototoxicidade usando emissões otoacústicas produtivas de distorção. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2001;67(6):845-51.

Vinck BM, Cauwenberg PBV, Leroy L, Corthals P. Sensitivity of transient evoked and distortion product otoacoustic emissions to the direct effects of noise on the human cochlea. *Audiol.* 1999;38:44-52.

Wagner W, Staud I, Frank G, Dammann F, Plontke S, Plinkert P. Noise in magnetic resonance imaging: no risk for sensorineural function but increased amplitude variability of otoacoustic emissions. *Laryngoscope.* 2003;113(7):1216-23.