

CLÁUDIA COUTO DE BARROS COELHO

**Estudo da prevalência da hiperacusia
e do zumbido em crianças**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para obtenção
do título de Doutor em Ciências

Área de concentração: Otorrinolaringologia

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Tanit Ganz Sanchez

**SÃO PAULO
2006**

Derrubai a árvore, e cortai-lhe os ramos, sacudi as folhas, espalhai o seu fruto; afugentem-se os animais de debaixo dela e as aves, dos seus ramos. Mas a cepa, com as raízes, deixai na terra, atada com cadeias de ferro e de bronze, na erva do campo. Seja ela molhada do orvalho do céu, e a sua porção seja, com os animais, a erva da terra.

Daniel 4:14,15

Dedicatória

Dedico esta tese aos inspiradores deste sonho de infância, os meus avós,

Dr. Joaquim de Barros Coelho (*in memoriam*) a quem não tive o privilégio de conviver, fonte de motivação profissional, intelectual e científica, e

Dra. Maria Diva Barbosa Coelho (*in memoriam*), exemplo de mulher e profissional em quem sempre encontrei apoio incondicional.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Ricardo Ferreira Bento, Professor Titular Interino do Departamento de Otorrinolaringologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, por ter me acolhido como aluna no programa de pós-graduação desta instituição.

À Prof. Dra. Tanit Ganz Sanchez, pela oportunidade de crescimento profissional, intelectual e pessoal que me foi proporcionada ao ter me acolhido com orientanda. Sua paciência, incentivo e carinho durante a orientação desta tese, pelos anos de convivência, fizeram crescer a minha estima e a minha admiração.

Ao Dr. Richard Tyler, mentor acadêmico e pessoal, pela hospitalidade, ensinamentos e pela grande oportunidade profissional e acadêmica ao oferecer um novo caminho profissional no campo da pesquisa.

Ao Dr. Eliseu Barbosa de Barros Coelho, meu pai, a quem admiro profundamente, exemplo de ética e dedicação profissional, meu maior mestre no ofício da Medicina, pelas grandes oportunidades e pela torcida permanente.

Ao Professor Dr. Luiz Lavinsky, exemplo acadêmico, por sua postura e retidez ética e moral, desde o meu ingresso no campo da otorrinolaringologia e pelo prestígio e acolhida nesta nova fase profissional.

Ao Dr. Edgar Rezende, professor exemplar da pós-graduação.

Ao Dr. Norberto Cairasco, pelos ensinamentos sobre pesquisa experimental que abriram um novo horizonte de compreensão científica.

Aos membros da minha banca de qualificação, Prof. Dr. Sílvio Antonio Monteiro Marone, Dra. Renata Di Francesco e Dra. Andrea Nascimento pelas sugestões e correções pertinentes que tanto contribuíram para finalização deste tese.

À secretária da pós-graduação, Maria Marilede Alves, pelo auxílio em manter os prazos e a burocracia institucional em ordem.

Aos demais professores e funcionários da Clínica Otorrinolaringológica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, por seus ensinamentos e apoio.

Ao Dr. Paul Douglas Fischer pela orientação preciosa na construção do banco de dados deste estudo.

Ana Capuano, pela dedicação e competência na análise estatística.

Aos diretores, professores e funcionários de todas as 17 escolas participantes deste estudo, pela amável acolhida em seu ambiente de trabalho.

À Srta. Rejane Amaral, ao auxílio imensurável e apoio incondicional na exigente tarefa de organizar e executar este projeto, pelo carinho e dedicação, grande parceira na minha atividade profissional.

À Fonoaudióloga Sandra Weber pela dedicação, competência e profissionalismo ao realizar as avaliações auditivas deste estudo.

À Jeanne da Rosa Oiticica Ramalho, Keila Alessandra Barald Knobel, Mariana Lopes Fávero Breuel, pelo companheirismo e apoio fundamental na finalização da tese.

Márcia Akemi Kii, Alessandra Ramos Venosa, Nadejda Maria Ávila Varginha de Moraes e Silva e Ítalo Roberto Torres de Medeiros, meus colegas de pos graduação que dividiram e contribuíram de alguma forma nesta etapa de formação acadêmica.

Aos amigos de São Paulo, Paulinho, Renata, Newton e Liana pelo auxílio e acolhida.

A Ledi e Simone, minha retaguarda.

À minha família e meus amigos a maior fonte de força e encorajamento nesta fase da minha vida. À minha mãe Cleusa, minhas irmãs Cíntia, Cândida e Elisa, meus irmãos Eliseu e Eric, pelas horas de lazer. Aos meus cunhados Alexandra e Leonardo e sobrinha Camila, Agradeço pela capacidade de me imporem momentos de pausa, com a habilidade de me fazer sorrir.

Ao Tom, meu maior incentivador, à Cecília meu porto seguro sempre. À Adriana, Adalberto, e Cariner. A todos vocês, que com humor, transmitiram-me valiosos ensinamentos em nestes últimos anos.

Mais do que tudo, quero expressar minha gratidão a minha filha Marina, pela energia positiva e disposição constante em me ajudar, sempre se reportando ao trabalho com orgulho e torcendo para que eu o finalizasse a tempo. Agradeço pela capacidade de me imporem momentos de pausa, com a habilidade de me fazer sorrir até nos momentos difíceis.

À Maria Helena Vargas e Priscilla Vargas, pela assessoria e diagramação deste trabalho.

A todas as 506 crianças que participaram deste estudo, tornado uma experiência repleta de alegria e novos conhecimentos. E aos seus familiares ou responsáveis, por permitir que suas crianças participassem desta pesquisa.

Agradecimentos Especiais

À FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo,
que aprovou e financiou a execução deste projeto, pela confiança que
dedica aos pesquisadores e à pesquisa científica.

Ao Hospital Bruno Born, Unicred VTRP, Unimed VTRP e Indústria
Farmacêutica Schering Plougt, pelo apoio logístico e financeiro para
execução deste projeto.

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals 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. 2ª ed. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2005.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

SUMÁRIO

Normas da revista

Artigos

Lista de abreviaturas e siglas

Lista de tabelas

Lista de figuras

Resumo

Summary

1	INTRODUÇÃO.....	01
2	OBJETIVOS	05
2.1	Principal.....	06
2.2	Secundário.....	06
3	REVISÃO DA LITERATURA	07
3.1	Intolerância aos sons na infância.....	08
3.1.1	Autismo	08
3.1.2	Síndrome de Williams	09
3.1.3	<i>Spina bífida</i>	11
3.2	Zumbido na infância.....	11
4	MÉTODOS	19
4.1	Amostragem	21
4.1.1	Tamanho amostral.....	21
4.1.2	Procedimento	21
4.1.3	Amostra	22
4.2	Coleta dos dados.....	23
4.2.1	Questionário aos pais ou responsáveis	23
4.2.2	Entrevista	23
4.2.3	Exame físico	23
4.2.4	Avaliação audiológica	24
4.3	Crítérios para análise dos dados	26
4.3.1	Audiológicos	26
4.3.2	Clínicos.....	27
4.4	Armazenamento e processamento dos dados	30
4.5	Análise estatística.....	31
5	RESULTADOS	32
5.1	Características da amostra	33
5.2.1	Avaliação auditiva	33
5.1.2	Limiar de desconforto aos sons	34
5.1.3	Alteração na percepção dos sons	36
5.1.4	Classificação da hiperacusia	37
5.1.5	Impressão dos familiares	38
5.1.6	Classificação do zumbido	38
5.1.7	Fatores de risco	39
5.1.8	Fatores de risco associados	43

6	DISCUSSÃO	44
6.1	Alteração na percepção dos sons	47
6.1.1	Diagnóstico da Intolerância aos sons	47
6.1.2	Diagnóstico da hiperacusia	49
6.1.3	Prevalência da hiperacusia	50
6.1.4	Fator de risco para hiperacusia	51
6.2	Zumbido	53
6.2.1	Zumbido em crianças com audição normal	54
6.2.2	Zumbido em crianças com audição alterada	54
6.2.3	Prevalência do zumbido nas crianças vs. prevalência nos adultos	56
6.2.4	Zumbido com queixa espontânea	57
6.2.5	Interferência do zumbido no cotidiano da criança	58
6.2.6	Fatores de risco associados à sensação e incômodo do zumbido	59
7	CONCLUSÕES	66
8	ANEXOS	69
9	REFERÊNCIAS	81

Normas da revista

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

SUBMISSION

Send manuscripts to Richard J. H. Smith, MD, Editor, Department of Otolaryngology–Head and Neck Surgery, The University of Iowa Hospitals and Clinics, 200 Hawkins Dr, Iowa City, IA 52242. Original manuscripts dealing with clinical or scientific aspects of otolaryngology, bronchoesophagology, head and neck medicine and surgery, maxillofacial and plastic surgery, audiology, speech pathology, or related specialties are considered for publication. All materials submitted for publication undergo peer review. Submit 3 complete copies (including figures) and an electronic version with a signed copyright transfer statement (see “Copyright,” below). Include an e-mail address for notification of receipt of manuscript.

All submitted manuscripts *must* be accompanied by a cover letter. This letter should disclose any financial interests the authors have in relation to the work, or any financial support provided by companies toward the completion of the work. The letter should also indicate whether the manuscript has been presented before any professional otolaryngological association (ie, the American Laryngological Association, or the American Broncho-Esophagological Association, etc) and the place and year of presentation. *Manuscripts submitted without this letter will not be reviewed and will be returned to the author.*

Written permission from both senior author and publisher must be provided to the *Annals* in order to republish tables or illustrations copyrighted elsewhere. Submit this permission with the manuscript.

Papers are scheduled for publication in chronological order of acceptance, but manuscripts received in improper form require longer production time. Manuscripts are edited in accordance with the *AMA Manual of Style*, 9th edition (1998), and with the *Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals: Writing and Editing for Biomedical Publication* (updated Nov 2003; <http://www.icmje.org>).

Manuscripts not accepted for publication are not returned.

MANUSCRIPT PREPARATION

Limit papers to a size that will make up to no more than six printed pages, figuring three double-spaced typewritten pages of text to one typeset page; see the journal for estimating space required for references, illustrations, and tables. If a manuscript of greater length is accepted for publication by the Editor, all typeset pages over six are charged to the author at the publisher's cost of \$175 per page. Submit an original and two copies of the manuscript on white

bond paper with margins of at least 25 mm (1 inch), double-spaced throughout, including abstract, references, tables, and legends. Use a type size no smaller than 10 points, preferably 12. Begin each component on a new page in the following sequence: title page, abstract, text, acknowledgments, references, tables, and figure legends. Number pages consecutively in the upper right corner, beginning with the title page. Avoid the use of staples.

The author is responsible for all statements in the paper, as approved on the copyedited galley proofs. Alterations made by the author after the paper has been typeset are charged to the author.

Use standard abbreviations given in the *Uniform Requirements*. Express all measurements in metric terms; if original measurements were made in another system, include these parenthetically. Plot audiograms according to ISO standards. Use generic names whenever possible.

Title page must include 1) a concise but informative title, worded to facilitate indexing; 2) an abbreviated form of the title to be used as a running head; 3) authors' full names (**no more than five authors are permitted**) and no more than two academic degrees per author; 4) department(s) and institution(s) to which the work is attributed, with authors' present affiliations and addresses, if different, separately noted; 5) statement of grant or other support; 6) name and address of author to whom reprint requests should be sent; and 7) name, address, telephone and fax numbers, and e-mail address of corresponding author. Manuscripts that report animal research performed in the United States must carry the following statement on the title page: "This study was performed in accordance with the PHS Policy on Humane Care and Use of Laboratory Animals, the NIH *Guide for the Care and Use of Laboratory Animals*, and the Animal Welfare Act (7 U.S.C. et seq.); the animal use protocol was approved by the Institutional Animal Care and Use Committee (IACUC) of _____ University (or institution)."

Abstracts must be less than 200 words and structured to include objectives, methods, results, and conclusions.

Key Words, chosen as far as possible from the National Library of Medicine medical subject headings, are listed after the abstract. A maximum of 6 are permitted.

References, double-spaced, are numbered consecutively in the order in which they are cited in the text. Primary references should be used whenever possible. The author is charged \$2.00 for each reference over 30. Use the style of references given in the *Uniform*

Requirements or a current issue of the *Annals*. Include the names of all authors and the inclusive page numbers of an article. If a manuscript accepted but not yet published is included in the reference list, give the accepting journal's name, followed by "in press." Manuscripts still in review or not yet accepted formally should be cited within the text as "unpublished observations." A reference to a personal communication is also placed in the text, accompanied by a date (year). Papers presented at scholarly meetings but not published are considered "unpublished observations." Papers published only in abstract form are listed as references with "[Abstract]" after the title.

Tables should be on separate sheets, numbered consecutively and headed by a concise title. Put explanatory matter in footnotes. Tables are adjuncts to the text and should not repeat material presented therein. *The cost of preparing tables is billed to the author.*

Illustrations must be submitted in three complete sets, unmounted. Only professional-quality glossy photographs and black-and-white line drawings are acceptable. Multi-part illustrations should be labeled (A, B, etc) on the reverse side, not on the illustration itself. Put legends (detailed explanations) to the photographs on a separate page in the manuscript. Affix a label to the reverse side of each illustration, indicating figure number, first author's name, and top of the figure. Cite each figure in the text in consecutive order. Written permission from identifiable subjects is required. *The cost of preparing illustrations for publication (scanning if necessary, sizing, lettering, etc) is charged to the author without exception.* Color illustrations are accepted; cost estimates for color separations and printing are provided on an individual basis. Illustrations should enhance, not repeat, material presented in the manuscript and should be kept to a minimum.

ELECTRONIC SUBMISSION

Software and format must be Microsoft Word. Do not use complex formatting or desktop publishing software. Do not deliver files that contain hidden text. For example, do not use your word processor's automated features to create footnotes and reference lists. Submit text, tables, and figure legends as a single file. Do not include illustrations in this file.

Illustrations should be in TIFF, EPS, JPEG, or PSD formats. Do not submit illustrations in Powerpoint. Do not submit native application formats. Journal-quality reproduction will require grayscale and color files at resolutions of at least 300 dpi. Bitmapped line art should be submitted at resolutions of at least 600 dpi. (These resolutions refer to the output size of the file.)

REPRINTS

Rates are quoted when galley proofs are sent to the author. Orders are signed by the author and returned with the proofs.

COPYRIGHT

The following statements *must* accompany the manuscript, signed by all authors (only *original* signatures are acceptable: 1) "I warrant that my contribution to the work is original and that I have full power to enter into this agreement. The content of this paper, all or in part, has not been published, has not been submitted for publication elsewhere, and is not in press elsewhere." 2) "I verify that I have met all of the following criteria for authorship and am qualified to be listed as an author of this work by my substantive contribution to the conception and design of the project or analysis of the data, my drafting or critical revision of the content of this manuscript, and my approval of the final version to be published." 3) "In consideration of the *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology* taking action in reviewing and editing my (our) submission, I hereby transfer, assign, or otherwise convey all copyright ownership to Annals Publishing Company in the event such work is published in the *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*." After acceptance, no author may be added to or removed from a paper.

SUPPLEMENTS

A manuscript too long for inclusion in the *Annals* (over 12 typeset pages) may be published as a supplement if approved by the Editor. All costs are borne by the author, and estimates are provided upon request. Supplements have the advantages of separate identification and rapid publication, but undergo the same peer review as journal articles.

REVIEWS OF SOFTWARE AND COMPUTER APPLICATIONS

Programs submitted for review must be compatible with one of the following operating systems: Windows 2000 and above; or Macintosh OS 9.0 and above. The author must specify hardware and system requirements. Submit the software on CD. If the program is a template, submit also a runtime version of the source program. Software considered for review includes educational software, artificial intelligence software to aid in the diagnosis of otolaryngic disorders, software for logging operations, software to aid in research, and software that addresses specific problems in otolaryngology. Also, manuscripts reviewing software and computer applications relating directly to otolaryngology are considered for publication.

January 2006

Hyperacusis and risk factors in children

Hyperacusis and risk factors

Claudia Barros Coelho MD^{1,2}

Tanit Ganz Sanchez, MD Ph.D. ¹

Richard S. Tyler, Ph.D.²

VIII International Tinnitus Seminar

¹Department of Otolaryngology of the University of São Paulo Medical School, São Paulo, Brazil

²Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery and Speech Pathology and Audiology of the University of Iowa, Iowa City, USA.

Claudia Barros Coelho

Rua Sete de Setembro, 649

Taquari RS BRAZIL

95860 000

Claudia Barros Coelho

Rua Sete de Setembro, 649

Taquari RS BRAZIL

95860 000

Phone 55 51 3653 7079, Fax number 55 51 3710 2610

e-mail claudia-coelho@uiowa.edu

This study was partially supported by grants from the Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo (Fapesp 03/00574-5).

ABSTRACT

Objective: Estimate hyperacusis prevalence among school-aged children and related risk factors.

Methods: Sounds might provoke different sensations and reactions. We classified as: (1) **Bothered** by specific sound: in case of a positive answer to the question “Are you bothered by any kind of sounds or noise?” and being able to describe this sound, (2) **Annoyed** by sounds: judged 10 or more sounds to be annoying on 20 everyday sounds asked in the interview. Children bothered and annoyed by specific sounds presenting Loudness Discomfort Levels on the 5th percentile at least in one ear and in one frequency were referred as **Hyperacusics**.

Results: Hyperacusis occurred in 3.2% of this sample. Tinnitus was a concomitant finding in 50% of the cases. Mild hearing loss on left ear was an associated risk factor.

Conclusion: Hyperacusis prevalence depends on symptom’s definition. Our approach was based on children’s reactions to sounds and loudness judgment. Left ear hearing loss was demonstrated to be a risk factor. Whether this finding is related to the laterality influence on efferent system activity or to unilateral hearing loss is not clear. Further research to investigate the effect of efferent system on hyperacusis among children is necessary.

Keywords: Hyperacusis, Tinnitus, Loudness Annoyance, Children, Cross Over Study

Introduction

Sound is a physiological and anthropological landmark that is important in people's life. Although it cannot be touched, it may touch us deeply (Wisnik, 1999)¹.

Altered perceptions of sounds often cause an impact on everyday life. Hyperacusis, a distorted state of sound perception, is characterized by a lowered threshold for discomfort with sounds. Individuals with hyperacusis perceive sounds as too loud and unpleasant, whereas normal individuals perceive the same sounds as tolerable. Emotions and behavior might be affected in various degrees, negatively imposing on quality of life.

Hyperacusis is considered a disorder of the auditory system caused by plastic changes in the central auditory system under hyperactive conditions as over stimulation or deprivation of sensory input ².

Scientific literature is poor on epidemiological studies on hyperacusis. Specifically on the pediatric population, this symptom still has not received appropriate attention. A possible explanation is the difficulty for children to communicate their symptoms or the spontaneous adaptation they may have to these symptoms. Also, there are no clinical guidelines established for the diagnosis of hyperacusis in childhood. Among adults, the presence of suggestive clinical history to discomfort of sounds and Loudness Discomfort Levels (LDL) thresholds below 100 dB HL suggest hyperacusis ³⁻⁵.

Specifically on the pediatric population, just a few studies have previously reported on the prevalence of hyperacusis, but always focusing specific diseases, such as Williams Syndrome (a genetic disease characterized by multiple congenital anomalies)⁶, autism^{7,8} and *spina bifida* ⁹.

Among children, hyperacusis might be so severe that activities such as urban trips or house duties are impeditive¹⁰. In the presence of sound stimuli, even at a moderate intensity, such as television and telephone ring, these children adopt a characteristic behavior of covering their ears with their hands¹¹.

Considering that the prevalence of hyperacusis among children in general population is unknown, the aim of this study was: 1) evaluate the prevalence of hyperacusis in a pediatric population; 2) investigate possible risk factors as noise exposure, history of otitis media, otologic surgery, middle ear disease, vestibular symptoms and association to tinnitus. This investigation may provide valuable information for further understanding the potential mechanism of hyperacusis in children.

Methods

From September 2002 to December 2003, a prospective cross sectional study was taken among 13,000 children of the public and private elementary schools in Lajeado, a southern Brazilian town of 64,133 inhabitants.

Subjects

Among the 13,000 children, 700 from 5 to 12 years of age were randomly selected, 516 of the children's parents (75%) returned the informed consent. Ten of them were excluded for the following reasons: fear of performing the evaluation (n=4) and absence in the examinations dates after 3 attempts (n=6). So, the final sample included 506 children from ages 5 to 12.

Procedure

This sample was selected on a two-stage cluster sampling¹². The primary

units (clusters) were the 44 schools. The sampling frame was all the schools in the town, from which schools were selected using probability proportional to school size. Each school on the list was allocated a weighting equivalent to the number of children enrolled who were eligible to be selected for the study. The proportion of children in public to private schools was 3:1. Therefore, 75% of the sample was taken from public schools. The secondary units were the children in the schools. Equal numbers of children between 5 to 12 years were sampled from each school. Children in the schools were allocated code numbers, then randomly selected. Two weeks before the physical examination, the school distributed to the parents an explanatory letter, a questionnaire to be filled out at home, and the informed consent letter. One week later, the teachers collected the returned letters.

Procedure Data Collection, Design and Ethics

The present study was approved by the ethics committee of research of the University of São Paulo. Written consent was obtained from all parents and verbal consent from all children. The data were collected in a cross-sectional survey. Questionnaire data were collected from parents, and the interviews were conducted with the children, as well as the otoscopic evaluation and hearing tests. To optimize the procedure, all children were interviewed and examined by the first author and all audiometric tests were performed by the same audiologist in a standardized manner. Care was taken to ensure that the children understood the questions. They were given ample time to respond.

Questionnaire

The parents' questionnaire sought information on parental impressions on

sound intolerance in them and in their children, as well as on the use of medication, number of episodes of otitis media in the last 12 months and any ear surgeries.

Interview

The hyperacusis interview was modeled specially to this survey. The first author conducted these interviews after a pilot study that included 46 children, in which the face value of the procedure was tested. This resulted in some improvements to the original procedure.

Physical Examination

The external acoustic meatus was observed (Heine otoscope, model K100 CE) and removal of wax and debris was performed when necessary. The tympanic membranes were evaluated concerning position, aspect, integrity and other occasional findings.

Hearing Tests

Hearing tests included air conduction audiometry (Interacoustics audiometer, model AD28), tympanometry and contra-lateral acoustic reflex threshold (Rexton-Danplex imitancimeter, and a portable acoustic cabin Vibrasom, model VSA40). The audiometer and imitancimeter were calibrated according to the American National Standard Institute (ANSI) 3.6-1996. Pure-tone thresholds were measured: (a) at all frequencies from 0.25 to 8 kHz, including interoctave frequencies of 3 and 6 kHz. Hearing thresholds were determined according to ISO 8253-1 using a modified Hughson-Westlake procedure (ISO 8253-1, 1989). When air conduction thresholds were >15dB HL, bone conduction thresholds were tested at 0.5, 1, 2, 3 and 4 kHz (b). Loudness discomfort levels (LDL) were measured at: all frequencies from 0.25 to 8 kHz, including interoctave frequencies of 3 and 6 kHz (c). As the instruction is a

determinant part in the type and the quality of response^{13, 14}, the instruction proposed by Hawkins (1980)¹⁵ was modified in order to guarantee its adequacy to the goals of this study. Every child received the following instruction before the measurements: “You are going to hear a noise that will become louder and louder. When the noise is too strong and you don’t want to hear it anymore, raise your hand and the sound will stop immediately”. Pulsed tones sound stimuli were presented for two seconds with an interval of 1 second before each increment on the following sequence: 1; 2; 3; 4; 6; 8; 0.5; and 0.25 kHz, The initial stimuli was presented at 50dB HL, increased on 5 dB until the child raised the hand or demonstrated discomfort. Right ear was tested first. After test in left ear, a retest was performed in both ears, on the same sequence. Final thresholds were selected from the retest. The tympanometric measures and the acoustic reflex thresholds were obtained next.

Data analyses

Data were processed in the following manner:

a) Audiological

Two pure-tone average (PTA) scores were calculated for each ear: (a) for the low frequencies from 0.5, 1 and 2 kHz and (b) for the high frequencies at 3 and 4 kHz. Mean values among both PTA were used to classify the degree of hearing loss according to Silman and Silverman (1997)¹⁶ The results were classified as (a) Normal: -10 dB HL to 15 dB HL ; (b) Minimum loss: 16 dB HL to 25 dB HL; (c) Mild: 26 dB to 40 dB HL; (d) Moderate: 41 dB HL to 55 dB HL; (e) Moderate / severe: 56 dB HL to 70 dB HL; (f) Severe: 71 dB HL to 90 dB HL and (g) Profound: > 91 dB HL.

Since there is no data on LDL threshold among children, a criterion of a

normal range has not been previously established. LDL is a subjective measurement and there are some technical limitations on the audiogram. As observed in the pilot study, many children did not refer discomfort during the examination even in the maximum audiometer output. This has limited obtaining a real mean value and a standard deviation for LDL. Therefore, the 5th percentile was established as a suggestive cut off level that could mean an alteration on loudness discomfort levels perception. For specific analyses, a fictional value of 5 dB HL was added to the maximum output and was considered a maximum value for LDL on those cases where discomfort was not present Table 1.

b) Clinical

Some criteria were created in order to increase the answers reliance and were an attempt to not overestimate the symptoms. Data was classified as: (1) Bothered to specific sounds: If a positive answer was given, to the question “Are you bothered by any kind of sound or noise?” and the description of this sound, (2) Annoyed by sounds: judged 10 or more sounds to be annoying on 20 everyday sounds asked in the interview (3) Fear of sounds: positive answer to the question “Are you afraid of sounds?” (4) Hyperacusis: classified as being bothered and annoyed by specific sounds presenting LDL on the 5th percentile at least in one ear and in one frequency.

Data Collection

Four electronic questionnaires were designed to collect 140 variables for this study. These questionnaires were: Parental information, Children’s interview, Otoscopic examination and Audiological evaluation. Tables were pre-coded with normalized data (e.g. school names) to guarantee uniformity. This information composes the individual file of every participating child. These files were directly

stored on the databank.

Information was automatically input into the databank, minimizing manual data entry problems.

Statistical analysis

Statistic procedures were performed by a professional statistician. For statistical testing, SAS (version 9.1 ,SAS Institute, Inc., Cary, NC) software was used. Chi-square statistic or two-sided Fisher's exact test were used to assess bivariate risk factor associations and demographic, as well as, symptoms. Unconditional logistic regression was used to examine multiple independent variables for their association with the outcomes. Final multivariate models were designed using a saturated model and manual backwards elimination. Covariates with bivariate P-values <0.1 were considered for inclusion in all logistic regression models, while multicollinearity was checked. Logit (estimated log odds) plots with the continuous variables were used to check linearity. 95% confidence intervals were computed around adjusted odds ratio.

Results

On the final sample there were 240 girls (47.4%) and 266 (52.6%), mean age 9.46 (SD= 2.09). From these, 86.2% were white, 9.1% mixed and 4.7% black. Hearing thresholds were classified as normal in 81% (n=411), minimum-mild in 14% (n=72) and moderate to profound in 4% (n=19) of the children. The responses on Loudness Discomfort Levels are described on Table 2.

Different outcomes are possible when classifying reactions to sounds. Some

clinical criteria and different LDL cutoff thresholds are described on Table 3.

The selection criteria used to classify hyperacusis on this sample is described on Figure 1.

The characteristics found on children who were classified as having hyperacusis considering occurrence in the specific population compared to the total sample, are listed Table 4.

A multivariate logistic regression model (see Table 5) was performed to evaluate possible risk factors for occurrence of tinnitus sensation and suffering. Self perception of hearing loss, middle ear disease and hearing loss were very much related to each other. In this situation, only one of these three variables could be selected to enter the regression model. Hearing loss was selected because of its higher specificity.

Discussion

Sound intolerance and tinnitus are altered states of sound perception. The first is about perception of external sounds and the second is about a sound that is being created within the auditory pathway without an external source. They can not be seen, touched or objectively measured.. Intolerance to sounds has been described as frequent as 30% among children presenting tinnitus, however there are only a few studies on audiological and medical literature about this subject in childhood. Qualifying a sound is a complex situation. A sound can be perceived as bothersome, annoying, painful and even fearful. These experiences might occur isolated or combined. When judging a sound as loud or low, a different task is evolved. When

measuring Loudness Discomfort Levels a physical judgment on sound intensity is being made. So, depending on the criteria being used to classify sound responses associated or not to physical measurements, many different outcomes were found. This could explain why there are so many different definitions and concepts on this field of study.

Meyerson and Frank (1987)¹⁷ suggested that to diagnose sound intolerance, specifically in the absence of hearing loss, a complete audiological evaluation is required including acoustic reflex, intensity incremental tests and high frequency audiometry. Specifically concerning hyperacusis in children, clinical guidelines have not been established yet, including the normal value range to LDL. In order to classify hyperacusis in childhood we adopted some criteria used among adults. A specific anamnesis was designed for this age range and the LDL was performed in an approach to guarantee its adequacy among children. The criteria, as listed previous, were established to provide objectivity and precision when classifying hyperacusis, in order not to overestimate its prevalence.

Loudness Discomfort Levels

LDLs demonstrated to be generally related to clinical findings of altered perceptions of sounds. When mean values for each frequency in both ears were analyzed, children with clinical complaints about sound aversion presented LDL significantly lower than those observed on children without complaint. In some cases clinical findings and LDL thresholds were not always consistent. A similar finding is well described in a recent study from Sherlock and Formby (2005)¹⁸ among normal-hearing adults. Even in the presence of this inconsistency, the authors concluded that “the simple LDL estimate of loudness discomfort is an efficient and valid clinical

measure for characterizing the threshold of discomfort”. They suggested the use of this exam as a clinical indicative of unusually sensitive to moderate and loud sounds perception. According to the criteria of the 5th percentile previously established for classification in this analysis, the inferior limits for normality was 0,25 kHz: 90 dB HL; 0.5 kHz : 95 dB HL and from 1 to 6 kHz: 100 dB HL. Similar results were obtained by Knobel (2003)¹⁹, that suggested a normal range between 90 and 100 dB HL among young adults as well as the values below 95 and 100 dB HL , proposed by Sanchez et al, 1999⁴, Hazell et al, 2002⁵ and Sherlock and Formby, 2005¹⁸.

Hyperacusis

Hyperacusis is described as a typical feature on Williams Syndrome. Williams Syndrome, is a genetic disease caused by a deletion of an elastin allele on chromosome 7, occurring in 1 in 20,000 live births. It is characterized by multiple congenital anomalies such as cardiovascular disorders, high levels of serum calcium, mental retardation and a hyper social behavior associated to loquacity ²⁰. Table 6 summarizes hyperacusis prevalence studies on childhood.

In our sample, hyperacusis occurred in 3.2% of the children (n=16). In 5 children fear to sounds was also present. Unfortunately, it is difficult to compare our results to the others because of differences in target population and methodology. Klein et al, 1990,⁶ for example, found a rate of 95 % in children with Williams Syndrome, and 12% in a control group. The classification criterion was the answers collected from parents on a questionnaire. Differently from us, their children were not interviewed and did not perform LDLs measurements. Oen et al (1997)⁹, studied children with spina bifida (prevalence of 50%, control 10%). Rosenhall et al (1999)⁷

described a prevalence of hyperacusis among 18% of autistic children and 0% in a control group. The classification was based in clinical responses to 80 dB HL broad band noise clicks which is not a standardized test. Khalifa et al (2004)⁸ also studied autistic children finding a prevalence of 63%, (27% on control group). The criteria used were LDL for pure tones at 0.25, 0.5, 1, 2, 4 and 8 kHz, with a maximum threshold of 80 dB HL. All samples were small, not randomized and considered only parents impressions on the symptoms, although it is justifiable because of the intellectual deficit inherent to the population studied. However, our study has demonstrated dissociation between parents' impressions with children complaints. Most of the parents did not recognize the presence of symptoms concerning sound intolerance among their children. For these reasons we question the results obtained in previous researches.

Hyperacusis epidemiological data in adults is deficient as it is in children. Fabijanska et al. (1999)²¹ found a prevalence of hyperacusis of 15.2% (n=10349) in a postal epidemiological study of tinnitus in Poland. Andersson et al. (2002)²² investigated the prevalence of hyperacusis in Sweden through an Internet and a postal study. They reported a prevalence of 9% (n=595) and 8% (n=589) respectively. These studies based their prevalence rates on questionnaires answers but did not perform psychoacoustical measurements, making also difficult to compare our results.

Risk Factors

Minimum to mild hearing loss in the left ear was associated as risk factor to hyperacusis with an Odds Ratio of 3.5 (CI 95%:1.2-10.8). We can speculate this finding using two different approaches (1) a decrease on afferent input and (2) the

role of laterality on the efferent system.

Sensorial deprivation is a strong promoter of neural plasticity. A decrease in the afferent information is likely to change the balance between inhibition and excitability in the auditory nervous system²³⁻²⁵. Particularly in acquired hearing loss, the reduction on afferent stimuli is likely to trigger a compensatory mechanism on loudness perception gain. Formby et al. (2003)²⁶ reported a change on loudness perception after two weeks ear plugs use. This experiment demonstrated that plastic adaptation to a decrease in the auditory input changes the gain control process. In the presence of hearing loss, functional adaptations leading to plastic changes in the intensity coding are likely to occur. Hyperacusis pathophysiology is related to manifestations of neural plasticity (Moller, 2006)²⁷. Jastreboff and Hazell (1993)²⁸ suggest that a decrease in the afferent activity could lead to a dysfunction on the gain control. The auditory pathway would stay in high sensibility even in the presence of moderate and loud sounds, situation where the gain control should decrease. This is referred as a possible mechanism to hyperacusis.

One of the functions of the efferent system includes auditory gain modulation²⁹. Less effective suppression of otoacoustic emissions among hyperacusis patients has been related by Ceranic et al. (1998)³⁰. This finding supports the evidence of impairment on the efferent system among these patients. Khalifa and Collet (1996)³¹ observed that laterality plays a major role on the olivocochlear tract function. Fávero et al, 2005³² described an asymmetry on suppression of otoacoustic evoked emissions. The suppression was significantly higher on the right ear when compared to left ear. Our finding that left ear hearing loss (in this case, mild conductive loss) is a risk factor associated to hyperacusis

could also result from a decrease on efferent activity. We can hypothesize that laterality also plays a role on hyperacusis mechanisms.

This affirmation must be analyzed with caution, since the basis for this evidence is supported by the findings in only one child, as described on table 5. As there were no hyperacusis children with unilateral right hearing loss we can not compare data to evaluate if this finding was based on unilateral hearing loss, laterality effect on the efferent system or on a combination of both factors. This finding needs to be elucidated on future research.

Hearing loss was classified as conductive, in 5 children and, neurosensorial in one case, this last one was the only case where recruitment was present. This finding reinforces that hyperacusis is not a synonym of auditory recruitment, as already described among adults^{3, 19}.

Hyperacusis and Tinnitus

The concomitance of intolerance to sounds and tinnitus in the pediatric population was first described by Gabriel's (1995)³³ occurring in 33% of the children. In our study, 50 % of the hyperacusis children also presented tinnitus. We could hypothesize that children presenting intolerance to external sounds could be more susceptible to be annoyed by an "internal sound. Tinnitus was not considered to be a risk factor to hyperacusis.

Among adults, hyperacusis and tinnitus have bng been described³⁴. They coexist in 40%^{21,35,36} to 60%³⁷ of tinnitus patients. Anari et al., 1999³ reported a presence of tinnitus as high as 86% in hyperacusis patients. These divergences on results are probably due to definition and sample characteristics.

On conclusion, hyperacusis prevalence was found to be 3.2% in this sample,

being associated to fear of sounds in 31% of the children. Left ear hearing loss was demonstrated to be a risk factor. Whether this finding is related to the laterality influence on efferent system or to the presence of unilateral hearing loss is still not clear. Tinnitus suffering was a concomitant finding among 50% of hyperacusis subjects. Further research to investigate the effect of efferent system on hyperacusis among children is necessary.

References

- 1 Wisnik JM. Som, ruído e sentido. In: Wisnik JM, ed. O som e o sentido. São Paulo: Editora Schwarcz, 1999 15-68
- 2 Moller AR. Hyperactive disorders of the auditory system. In: Moller AR, ed. Hearing : its physiology and pathophysiology: Elsevier in press, 2006
- 3 Anari M, Axelsson A, Eliasson A, et al. Hypersensitivity to sound--questionnaire data, audiometry and classification. Scand Audiol 1999; 28:219-230
- 4 Sanchez TG, Pedalini M, Bento R. Hiperacusia: artigo de revisão. Arq Fund Otorrinolaringol. 1999; 3:184-188
- 5 Hazell J, Sheldrake J, Graham R. Decreased sound tolerance: predisposing factors, triggers and outcomes after TRT. VII International Tinnitus Seminar. Perth: UniPrint, 2002; 255-261
- 6 Klein AJ, Armstrong BL, Greer MK, et al. Hyperacusis and otitis media in individuals with Williams syndrome. J Speech Hear Disord 1990; 55:339-344
- 7 Rosenhall U, Nordin V, Sandstrom M, et al. Autism and hearing loss. J Autism Dev Disord 1999; 29:349-357
- 8 Khalfa S, Bruneau N, Roge B, et al. Increased perception of loudness in autism. Hear Res 2004; 198:87-92
- 9 Oen JM, Begeer JH, Staal-Schreinemachers AI, et al. Hyperacusis in children with spina bifida; a pilot-study. Eur J Pediatr Surg 1997; 7 Suppl 1:46
- 10 MARTIN NDTN, G. J. A. I. ; COHEN, R. D. Idiopathic infantile hypercalcaemia - a continuing enigma. Archives of Disease in Childhood 1984; 59:605-613

- 11 Einfeld SL, Tonge BJ, Florio T. Behavioral and emotional disturbance in individuals with Williams syndrome. *Am J Ment Retard* 1997; 102:45-53
- 12 Abramson JH. Cross-sectional studies. In: Detels R, Mcewen J, Beaglehole R, et al., eds. *Oxford textbook of public health.*: Oxford University Press, 2002
- 13 Beattie RC, Edgerton BJ, Gager DW. Effects of speech materials on the loudness discomfort level. *J Speech Hear Disord* 1979; 44:435-458
- 14 Bornstein SP, Musiek FE. Loudness discomfort level and reliability as a function of instructional set. *Scand Audiol* 1993; 22:125-131
- 15 Hawkins DB. Loudness discomfort levels: a clinical procedure for hearing aid evaluations. *J Speech Hear Disord* 1980; 45:3-15
- 16 Silman S, Silverman CA. Basic Audiologic Testing. In: Silman S, Silverman CA, eds. *Auditory diagnosis-principles and applications.* San Diego: Singular, 1997; 38-58.
- 17 Meyerson MD, Frank RA. Language, speech and hearing in Williams syndrome: intervention approaches and research needs. *Dev Med Child Neurol* 1987; 29:258-262
- 18 Sherlock LP, Formby C. Estimates of loudness, loudness discomfort, and the auditory dynamic range: normative estimates, comparison of procedures, and test-retest reliability. *J Am Acad Audiol* 2005; 16:85-100
- 19 Knobel K. Nível de desconforto para sensação de intensidade em adultos jovens com audição normal. . Faculdade de Medicina. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2003
- 20 Lashkari A, Smith AK, Graham JM, Jr. Williams-Beuren syndrome: an update and review for the primary physician. *Clin Pediatr (Phila)* 1999; 38:189-208

- 21 Fabijanska A, Rogowski M, Bartnik G, et al. Epidemiology of tinnitus and hyperacusis in Poland. In: Hazell JWP, ed. Sixth International Tinnitus Seminar. Cambridge, UK: THC, London, 1999; 569–571
- 22 Andersson G, Lindvall N, Hursti T, et al. Hypersensitivity to sound (hyperacusis): a prevalence study conducted via the Internet and post. *Int J Audiol* 2002; 41:545-554
- 23 Salvi RJ, Wang J, Ding D. Auditory plasticity and hyperactivity following cochlear damage. *Hear Res* 2000; 147:261-274
- 24 Kapfer C, Seidl AH, Schweizer H, et al. Experience-dependent refinement of inhibitory inputs to auditory coincidence-detector neurons. *Nat Neurosci.* 2002; 5:247-253
- 25 Kandler K. Activity-dependent organization of inhibitory circuits: lessons from the auditory system. *Curr Opin Neurobiol* 2004; 14:96-104
- 26 Formby C, Sherlock LP, Gold SL. Adaptive plasticity of loudness induced by chronic attenuation and enhancement of the acoustic background. *J Acoust Soc Am* 2003; 114:55-58
- 27 Moller AR. HEARING : ITS PHYSIOLOGY AND PATHOPHYSIOLOGY. 2 nd ed: Elsevier (IN PRESS), 2006
- 28 Hellbruck J. [Structural changes in the auditory field in relation to age]. *Z Gerontol* 1988; 21:146-149
- 29 Sahley TL, Musiek FE, Nodar RH. Naloxone blockade of (-)pentazocine-induced changes in auditory function. *Ear Hear* 1996; 17:341-353
- 30 Ceranic BJ, Prasher DK, Luxon LM. Presence of tinnitus indicated by variable spontaneous otoacoustic emissions. *Audiol Neurootol* 1998; 3:332-344

- 31 Khalfa S, Collet L. Functional asymmetry of medial olivocochlear system in humans. Towards a peripheral auditory lateralization. *Neuroreport* 1996; 7:993-996
- 32 FÁVERO ML, SANCHEZ TG, BENTO RF, et al. Laterality of medial olivocochlear bundle: the influence of the central nervous system. *Arq Otorrinolaringol* 2005; 9:300-304
- 33 Gabriels P. (see appendix) Children with tinnitus. In: Vernon JA, Reich GE, eds. 5th International Tinnitus Seminar Portland, USA American Tinnitus Association, 1996; 270-274
- 34 Tyler RS, Conrad-Arnes D. The determination of tinnitus loudness considering the effects of recruitment. *J Speech Hear Res* 1983; 26:59-72
- 35 Coles RRA, Sood SK. Hyperacusis and phonophobia in tinnitus patients. *Brit. J. Audiol.* 1988; 22: 228
- 36 Jastreboff PJ, Jastreboff MM. Tinnitus Retraining Therapy (TRT) as a method for treatment of tinnitus and hyperacusis patients. *J Am Acad Audiol* 2000; 11:162-177
- 37 Andersson G, Vretblad P, Larsen HC, et al. Longitudinal follow-up of tinnitus complaints. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2001; 127:175-179.

TABLES

Table 1 - Audiometer maximum outputs and the maximum value established for LDL

Stimuli Frequency (kHz)	Audiometer Maximum Output (dB HL)	Maximum Value for LDL above maximum output (dB HL)
0,25	110	115
0,50	120	125
1	120	125
2	120	125
3	120	125
4	120	125
6	120	125
8	100	105

Table 2 - Loudness Discomfort Levels characteristics

Ear	Frequency (kHz)	Minimum (dB HL)	Maximum (dB HL)	Median (dB HL)	5th Quartile
Right	0,25	45	115	110	85
	0,50	50	125	115	90
	1	60	125	115	95
	2	60	125	115	95
	3	55	125	120	95
	4	45	125	120	95
	6	45	125	125	95
	8	45	105	105	90
Left	0,25	50	115	110	85
	0,50	50	125	115	90
	1	50	125	115	95
	2	50	125	120	95
	3	50	125	120	95
	4	50	125	125	95
	6	45	125	125	95
	8	45	105	105	90

Table 3 - Reaction to Sounds and Loudness Discomfort Levels

Criteria to Cut Off Values on Loudness Discomfort Levels *					
Response	n	(initial sample =506)			
		5th Percentile †	All thresholds <100 dB HL on the right or in the left ear	All thresholds <90 dB HL on the right or in the left ear	All thresholds <80 dB HL on the right or in the left ear
Total Sample	506	73 (10)	23 (5)	8 (1.6)	3 (0.6)
Children Bothered by Sounds	222	40 (18)	13 (5.9)	4 (1.8)	2 (0.9)
Children Annoyed by Sounds	80	22 (27.5)	9 (11.3)	5 (6.3)	3 (3.8)
Children Bothered and Annoyed by Sounds	54	16 (29.6)	6 (11.1)	3 (5.6)	2 (3.7)

* Includes frequencies of 0.25, 0.5, 1, 2, 3, 4 and 6 kHz

† at least one less or equal to 5th percentile

Table 4 - Sample characteristics according to the presence of hyperacusis

Variable	Sample (n=499)		
	Total Sample	Hyperacusis (%)	
Age	4-6	90	5 (5.6)
	7-10	261	8 (3.1)
	11-13	91	2 (2.2)
Gender	male	263	6 (2.3)
	female	236	10 (4.2)
Race	white	429	15 (3.5)
	Black	24	0 (0)
	Mixed	46	1 (2.2)
Hand writing preference	left	51	4 (7.8)
	right	447	12 (2.7)
	both	1	0 (0)
School	public	412	15 (3.6)
	private	87	1 (1.2)
Parents perception of annoyance to sounds in the subject (parents questionnaire)	Positive	87	5 (5.8)
	Negative	382	9 (2.4)
	No answer	30	2 (6.7)
History of ear surgery (parents questionnaire)	Positive	18	0 (0)
	Negative	469	16 (3.4)
	No answer	12	0 (0)
History of otites on the last 12 months (parents questionnaire)	positive	95	6 (6.3)
	negative	374	10 (2.7)
	no answer	30	0 (0)
History of noise exposure	positive	95	5 (5.3)
	negative	393	11 (2.8)
	no answer	11	0 (0)
Middle ear evaluation (otoscopy)	normal	419	12 (2.9)
	Altered	80	4 (5)
Vestibular Symptoms	Positive	108	5 (4.6)
	Negative	183	3 (1.6)
	Not diagnosed	208	8 (3.9)
Motion Sickness	Positive	206	9 (4.4)
	Negative	293	7 (2.4)
Self perception of hearing	Normal	96	7 (7.3)
	Altered	403	9 (2.2)
Audiometric Evaluation Right Ear	normal	431	12 (2.8)
	minimal/mild hearing loss	58	4 (6.9)
	Moderate /Profound hearing loss	10	0 (0)
Audiometric Evaluation Left Ear	normal	426	10 (2.4)
	minimal/mild hearing loss	61	5 (8.2)
	Moderate /Profound hearing loss	12	1 (8.3)
Audiometric Evaluation Both Ears	normal	408	10 (2.5)
	minimal/mild hearing loss	72	5 (6.9)
	Moderate /Profound hearing loss	19	1 (5.3)
Tinnitus Sensation	Positive	187	8 (4.3)
	Negative	295	8 (2.7)
Tinnitus Suffering	Positive	96	8 (8.3)
	Negative	384	8 (2.1)

Table 5 - Risk Factor for hyperacusis on a multivariate regression model analysis

Variables	Hyperacusis OR (95% CI)
Audiometric Evaluation Left Ear	
	Normal Reference
Minimum /Mild hearing loss	3.5 (1.2-10.8)
Moderate – Profound hearing loss	3.4 (0.4-3.0)
Audiometric Evaluation	
	Normal Reference
Minimum/Mild hearing loss	---
Moderate/Profound hearing loss	---

Table 6 - Prevalence Studies on Hyperacusis on Pediatric Population

Author	Condition	N	Control N	Mean Age	Method	Prevalence	Prevalence on controls
Klein et al. (1990)	Williams Syndrome	65		8 years	Questionnaire to parents	95%	12%
Oen et al. (1997)	<i>Spina bifida</i>	50	19	0-6 months	Questionnaire to parents	50%	10.5%
Rosenhall et al. (1999)	Autism	111	57	8 years	Intolerance to CLICKS lower than 80dB NA	18%	0%
Khalifa et al. (2004)	Autism	11	11	14 years	LDL lower than 80 dB NA	63%	27%

FIGURE

Coelho CB, Sanchez TG, Tyler RS

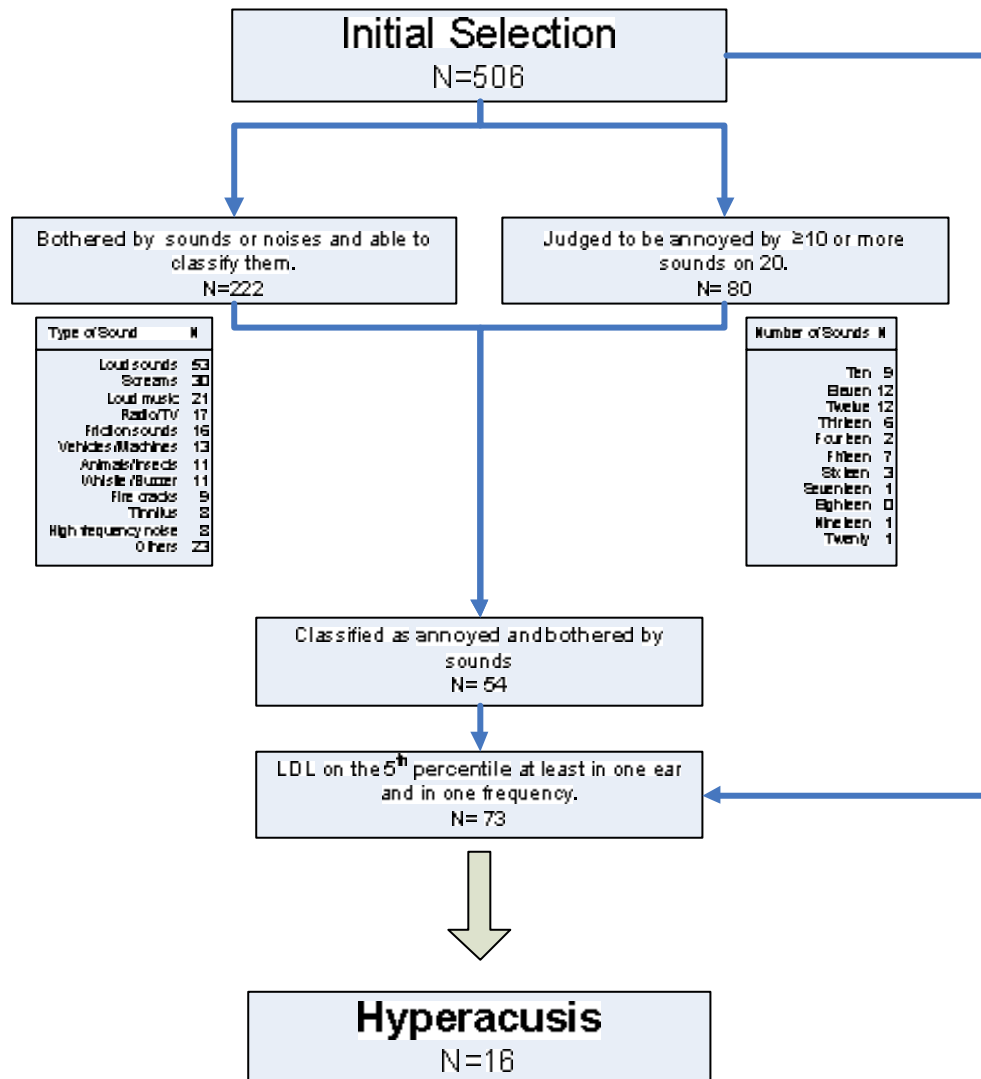


Figure 1 - Hyperacusis classification criteria

From: Annals of Otolaryngology
Sent: Wednesday, March 29, 2006 3:03 PM
To: Coelho, Claudia
Cc: Smith, Richard J (Oto)
Subject: MS# 05-3358; Hyperacusis and risk factors in children

MS# 05-3358; Hyperacusis and risk factors in children

Dear Dr. Coelho:

I write to acknowledge that the ANNALS has received the above-referenced manuscript, and it is currently under review.

Thank you for submitting your materials to the ANNALS.

Sincerely,

Catherine Theis

Assistant to the Editor

The Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology

Tinnitus in children and associated Risk Factors

Tinnitus in children

Claudia Barros Coelho MD^{1,2}

Tanit Ganz Sanchez, MD Ph.D. ¹

Richard S. Tyler, Ph.D.²

VIII International Tinnitus Seminar

¹Department of Otolaryngology of the University of São Paulo Medical School, São Paulo, Brazil

²Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery and Speech Pathology and Audiology of the University of Iowa, Iowa City, USA.

This study was partially supported by grants from the Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo (Fapesp 03/00574-5).

Claudia Barros Coelho

Rua Sete de Setembro, 649

Taquari RS BRAZIL

95860 000

Claudia Barros Coelho

Rua Sete de Setembro, 649

Taquari RS BRAZIL

95860 000

Phone 55 51 3653 7079, Fax number 55 51 3710 2610

e-mail: claudia-coelho@uiowa.edu

ABSTRACT

Objective: Estimate tinnitus prevalence and risk factors in school-aged children.

Methods: Asking children if they experience tinnitus has difficulties because children might answer affirmatively in order to ‘please’ the examiner. Therefore, we asked “Do you hear a noise inside your ears/head?” and required children to be able to describe the sounds perceived and their location. We refer to this as was **tinnitus sensation**. Additionally, to determine if this experience was bothersome, we asked “Does it bother or annoy you?” and “In what situations does it bother or annoy you?” We refer to this as **tinnitus annoyance**. Associations to demographic and audiological factors were studied.

Results: Surprisingly, about 37% of children reported tinnitus sensation and 17 % tinnitus annoyance. Related factors were age, hearing loss, history of noise exposure, motion sickness and hyperacusis.

Conclusion: The prevalence of tinnitus clearly depends on its definition. We asked “Do you hear a noise inside your ears/head?” but did not distinguish the duration or frequency of this tinnitus experience of. It is likely that if we have asked if tinnitus was perceived daily, the prevalence would have been less. Our estimates of tinnitus annoyance were also broad, and did not attempt to quantify the degree of annoyance.

Keywords: tinnitus, hyperacusis, children, cross sectional study, prevalence

Introduction

Tinnitus, a sound sensation that cannot be attributed to an external sound source, is a common symptom in the general population. Independently from the source, tinnitus is perceived in the auditory cortex¹. In most cases it reflects a hyperactive state of the auditory pathway as result of sensorial overstimulation or a sensorial deprivation². Tyler (2006)³ classifies three possible mechanisms in which tinnitus can be coded: (1) Increased Spontaneous activity⁴, (2) Cross fiber correlation with normal or increased spontaneous activity,^{5,6} and (3) following loss of peripheral input, resulting in reorganization of the auditory cortex after loss of peripheral input resulting in an over representation of some best frequency regions^{7,8}.

It might cause serious impact on everyday life, often resulting in sleep, concentration, interference with hearing and emotional problems as anxiety and depression. Children experience tinnitus as frequently as adults, but most of them do not seem to be bothered⁹. In some cases, they might present similar suffering as observed in adults¹⁰.

Investigating tinnitus in childhood is challenging because of its subjectivity and some peculiarities among children. Mills et al (1986)¹¹ suggested that statistics in children are underestimated due to communication difficulties. Conversely, Stouffer et al (1991)¹² argued that children have a tendency to over-report tinnitus when inquired to please the questioner. Consultation rates might not reveal the true prevalence because it is rarely referred spontaneously by children^{13, 14} and seldom routinely explored in pediatric otolaryngological evaluation.

Population studies on the epidemiology of tinnitus among children have disclosed prevalence rates from 6% to 59% (table I). These studies have differed

significantly in their methods of data collection, diagnostic criteria and age groups.

An effort to minimize communicating problems with children was done by Stouffer et al. (1991)¹². A questionnaire with different approaches to the same questions was used to control children's answers. According to how rigorously the examiners applied their criteria, different outcomes were reported (Table1). An important aspect on tinnitus investigation is to make the difference between the perception of a sound, (tinnitus sensation) and the impact tinnitus may cause on a person (tinnitus suffering). Dobie (2004)¹⁵ considers this distinction fundamental because they are independent phenomena. This differentiation allows more detailed information on the symptom and provides the prevalence of problematic tinnitus; although it was rarely adopted in the literature (table 1).

The purposes of this study were 1) to establish the prevalence of tinnitus in a general pediatric population, differentiating sensation from suffering and 2) to determine the risk factors such as noise exposure, history of otitis media, otologic surgery, middle ear alterations and hyperacusis. This investigation may provide valuable information for further understanding the potential mechanism of tinnitus in childhood.

Methods

From September 2002 to December 2003, a prospective cross sectional study was taken among 13,000 children of the public and private elementary schools in Lajeado, a southern Brazilian town of 64,133 inhabitants.

Subjects

Among the 13,000 children, 700 from 5 to 12 years of age were randomly

selected, 516 of the children's parents (75%) returned the informed consent. Ten of them were excluded for the following reasons: fear of performing the evaluation (n=4) and absence in the examinations dates after 3 attempts (n=6). So, the final sample included 506 children from ages 5 to 12.

Procedure

This sample was selected on a two-stage cluster sampling¹⁶. The primary units (clusters) were the 44 schools. The sampling frame was all the schools in the town, from which schools were selected using probability proportional to school size. Each school on the list was allocated a weighting equivalent to the number of children enrolled who were eligible to be selected for the study. The proportion of children in public to private schools was 3:1. Therefore, 75% of the sample was taken from public schools. The secondary units were the children in the schools. Equal numbers of children between 5 to 12 years were sampled from each school. Children in the schools were allocated code numbers, then randomly selected. Two weeks before the physical examination, the school distributed to the parents an explanatory letter, a questionnaire to be filled out at home, and the informed consent letter. One week later, the teachers collected the returned letters.

Procedure Data Collection, Design and Ethics

The present study was approved by the ethics committee of research of the University of São Paulo. Written consent was obtained from all parents and verbal consent from all children. The data were collected in a cross-sectional survey. Questionnaire data were collected from parents, and the interviews were conducted with the children, as well as the otoscopic evaluation and hearing tests. To optimize the procedure, all children were interviewed and examined by the first author and all

audiometric tests were performed by the same audiologist in a standardized manner. Care was taken to ensure that the children understood the questions. They were given ample time to respond.

Questionnaire

The parents' questionnaire sought information on parental impressions on sound intolerance in them and in their children, as well as on the use of medication, number of episodes of otitis media in the last 12 months and any ear surgeries.

Interview

The tinnitus interview was modeled specially to this survey. The first author conducted these interviews after a pilot study that included 46 children, in which the face value of the procedure was tested. This resulted in some improvements to the original procedure.

Physical Examination

The external acoustic meatus was observed (Heine otoscope, model K100 CE) and removal of wax and debris was performed when necessary. The tympanic membranes were evaluated concerning position, aspect, integrity and other occasional findings.

Hearing Tests

Hearing tests included air conduction audiometry (Interacoustics audiometer, model AD28), tympanometry and contra-lateral acoustic reflex threshold (Rexton-Danplex imitancimeter, and a portable acoustic cabin Vibrasom, model VSA40). The audiometer and imitancimeter were calibrated according to the American National Standard Institute (ANSI) 3.6-1996. Pure-tone thresholds were measured: (a) at all frequencies from 0.25 to 8 kHz, including interoctave frequencies of 3 and 6

kHz. Hearing thresholds were determined according to ISO 8253-1 using a modified Hughson-Westlake procedure (ISO 8253-1, 1989). When air conduction thresholds were >15dB HL, bone conduction thresholds were tested at 0.5, 1, 2, 3 and 4 kHz (b). Loudness discomfort levels (LDL) were measured at: all frequencies from 0.25 to 8 kHz, including interoctave frequencies of 3 and 6 kHz (c). As the instruction is a determinant part in the type and the quality of response^{17, 18}, the instruction proposed by Hawkins (1980)¹⁹ was modified in order to guarantee its adequacy to the goals of this study. Every child received the following instruction before the measurements: “You are going to hear a noise that will become louder and louder. When the noise is too strong and you don’t want to hear it anymore, raise your hand and the sound will stop immediately”. Pulsed tones sound stimuli were presented for two seconds with an interval of 1 second before each increment on the following sequence: 1; 2; 3; 4; 6; 8; 0.5; and 0.25 kHz, The initial stimuli was presented at 50dB HL, increased on 5 dB until the child raised the hand or demonstrated discomfort. Right ear was tested first. After test in left ear, a retest was performed in both ears, on the same sequence. Final thresholds were selected from the retest. The tympanometric measures and the acoustic reflex thresholds were obtained next.

Data analyses

Data were processed in the following manner:

a) Audiological

Two pure-tone average (PTA) scores were calculated for each ear: (a) for the low frequencies from 0.5, 1 and 2 kHz and (b) for the high frequencies at 3 and 4 kHz. Mean values among both PTA were used to classify the degree of hearing loss according to Silman and Silverman (1997)²⁰. The results were classified as (a)

Normal: -10 dB HL to 15 dB HL; (b) Minimum loss: 16 dB to 25 dB; (c) Mild: 26 dB HL to 40 dB HL; (d) Moderate: 41 dB HL to 55 dB HL; (e) Moderate / severe: 56 dB HL to 70 dB HL; (f) Severe: 71 dB HL to 90 dB HL and (g) Profound: > 91 dB HL.

Since there is no data on LDL threshold among children, a criterion of a normal range has not been previously established. LDL is a subjective measurement and there are some technical limitations on the audiogram. As observed in the pilot study, many children did not refer discomfort during the examination even in the maximum audiometer output. This has limited obtaining a real mean value and a standard deviation for LDL. Therefore, the 5th percentile was established as a suggestive cut off level that could mean an alteration on loudness discomfort levels perception.

b) Clinical

Some criteria were created in order to increase the answers reliance and were an attempt to not overestimate the symptoms. Data was classified as: (1) Tinnitus Sensation: positive answer to the question “Do you hear a noise inside your ears/head?” If a positive answer was given, children had to be able to describe “Where do you hear it?” and “What does it sound like?” (2) Tinnitus Suffering: Classified as having tinnitus sensation and positive answer to the question “Does it bother or annoy you?” If a positive answer was given they were asked to describe “In what situations does it bother or annoy you?”

Data Collection

Four electronic questionnaires were designed to collect 140 variables for this

study. These questionnaires were: Parental information, Children's interview, Otoscopic examination and Audiological evaluation. Tables were pre-coded with normalized data (e.g. school names) to guarantee uniformity. This information composes the individual file of every participating child. These files were directly stored on the databank.

Information was automatically input into the databank, minimizing manual data entry problems.

Statistical analysis

Statistic procedures were performed by a professional statistician. For statistical testing, SAS (version 9.1, SAS Institute, Inc., Cary, NC) software was used. Chi-square statistic or two-sided Fisher's exact test were used to assess bivariate risk factor associations and demographic, as well as symptoms. Unconditional logistic regression was used to examine multiple independent variables for their association with the outcomes. Final multivariate models were designed using a saturated model and manual backwards elimination. Covariates with bivariate P-values <0.1 were considered for inclusion in all logistic regression models, while multicollinearity was checked. Logit (estimated log odds) plots with the continuous variables were used to check linearity. 95% confidence intervals were computed around adjusted odds ratio

Results

On the final sample there were 240 girls (47.4%) and 266 boys (52.6%), mean age 9.46 (SD= 2.09). From these, 86.2% were white, 9.1% mixed and 4.7% black. Hearing thresholds were classified as normal in 81% (n=411), minimum-mild in 14% (n=72) and moderate to profound in 4% (n=19) of the children.

Tinnitus Sensation occurred in 37.5% of the children (n=190) and Tinnitus Suffering in 19.6% (n=99). The classification criteria resulted in a criteria's selection that is described step by step in Figure 1. Tinnitus characteristics, location and situations of annoyance are also described.

The characteristics found both on children who were classified as having tinnitus sensation and tinnitus suffering, considering occurrence in the specific population compared to the total sample, are listed on Table2.

A multivariate logistic regression model was performed to evaluate possible risk factors for occurrence of tinnitus sensation and suffering. Self perception of hearing loss, middle ear disease and hearing loss were very much related to each other. In this situation, only one of these three variables could be selected to enter the regression model. Hearing loss was selected because of its higher specificity. The model is described in Table 3.

Discussion

Although tinnitus can not be objectively seen or touched, it can affect individuals whose perception occurs in an intense and sometimes dramatic way. It can be compared to headache and dizziness which can be caused by many different etiologies and can not always be clarified even after a detailed investigation.

When studying tinnitus among children, we should have in mind that a child is not a small adult. Their auditory pathway is under a maturation process and this implies in a different way of sound processing, for example, the involvement of the non-classical auditory pathway which decreases as part of the normal childhood development ²¹. Also, they react to tinnitus differently from adults, manifesting the

symptom in distinct ways.

The non-classical auditory pathway, children and tinnitus

Auditory information ascends to cortex in two separate and different forms, the classical and non-classical auditory pathways. The basic difference among them is that the non-classical pathway is less specific, receiving inputs from somatosensory²² and visual systems while the classic pathway receives input only of one specific sensory modality²³. Different anatomical sites are involved in both systems. Of importance is the subcortical connection to the limbic system in the non-classical auditory pathways. The decrease on this cross-modal interaction arises with age, indicating to be a maturation classic change as demonstrated by Moller and Rollins (2002)²¹.

The non-classical auditory system has been related to some forms of tinnitus, where cross-modal interactions between the auditory and somatosensory system have been described²⁴⁻²⁷.

We can hypothesize that in some children, tinnitus could be a manifestation of the involvement of non-classical pathways, meaning an immaturity of the auditory system. This could be one possible explanation for the discrepancy on tinnitus prevalence among children and adults. A longitudinal study of tinnitus in childhood could lead us to some insights and information on maturation of the auditory pathways.

Prevalence

The school environment was selected in order to provide a representative sample of children. The selection and randomization criteria obeyed the probability to include public and private schools, proportional to the number of students. Children were randomly selected on each participating school. The age range was

chosen to ensure children to be able to realize the stipulated exams. The criteria adopted to classify tinnitus were taken in the purpose of attenuating inherent problems that might happen when dealing with a pediatric population. In a large literature review only 4 studies have been published about tinnitus prevalence in a general population of students as previously described.

The general prevalence of tinnitus in this sample was 37.5 % (n=190) for sensation and 19.6% (n=99) for suffering. Mills et al. (1986)¹¹ were the first to report prevalence using this classification. They found tinnitus sensation in 29% of the sample and suffering in 9.6% among 93 children with age range from 5 to 16 years in a non randomized sample. Holgers and Pettersson (2005)²⁸ described a prevalence for tinnitus perception in 53 % (n=356) and tinnitus annoyance in 27% (n=185) of the children. The age range was 13 to 16 years of age. Our prevalence was found to be approximately in the mid term of these two studies prevalence rates.

Prevalence in the presence of normal audiometric thresholds

In children classified as having normal audiometric thresholds, tinnitus sensation occurred in 37.7% (n=150) and suffering occurred in 17.8% (n=70) respectively. The prevalence described in other studies was lower and varied from 13%^{29, 30} to 6%¹².

Prevalence in the presence of altered audiometric thresholds

Tinnitus sensation occurred in 50% of the children (n=34) with minimum to mild hearing loss and in 23.5% (n=4) in moderate to profound hearing loss. Suffering was classified in 33.8% of the children (n=24) with minimum to mild hearing loss and in 18.8% (n=3) with moderate to profound hearing loss. Nodar (1972)²⁹ described a prevalence in 58.6% (1972), Stouffer et al. (1991)¹² in 29% and Holgers

(2003)³⁰ in 9%. Our finding is similar to reports among hearing deficient children, where the slighter the degree of hearing loss, the higher the tinnitus prevalence^{31,32}.

Such a diverse prevalence among all these studies could be a result of (a) definition of tinnitus, which differs from author to author; (b) age varies from 10 to 18 years²⁹, 7 to 10 years¹² and 7 years³⁰; (c) methodology and classification of audiometric results are different between studies as well as the research methodology; (d) cultural aspects might be involved as well. For example, in Portuguese, the word *buzzing* also means *tinnitus*, which could make the symptom sound more familiar to Brazilian children. The disparity in prevalence might be attributed to these differences. In future epidemiological studies, it is necessary to standardize criteria to define tinnitus among children.

Tinnitus as a spontaneous complaining

Only 8 children (1.6%) described tinnitus spontaneously. This finding considers our attention because when directly asked about the perception of tinnitus, approximately 1/3 of the children gave a positive response. Similar results are described by Nodar and Lezak (1984)³² and Mills (1986)¹¹ that found spontaneous complaints in 3% of the children. These data reinforce Fowler's (1955)¹³ and Graham's (1965)¹⁴ affirmation that children rarely complain about tinnitus. Many hypotheses have been raised to explain this dissociation among children: (a) Children rarely refer to symptoms that are not associated to pain¹⁴; (b) Have a less developed body image³³; (c) Perceive tinnitus as a familiar experience³⁴; (d) Are easily distracted by external environments³⁵; (e) Don't perceive the medical significance of the symptom³⁶. Because children will rarely mention tinnitus, the only way to investigate the symptom and possible effects on life is directly asking. Although,

care must be taken in the approach, since children tend to give positive answers to please the interviewer¹². It is equally important to minimize the possible preoccupations that children and parents might have after being conscious about tinnitus. Once tinnitus is diagnosed, a full comprehensive investigation has to be performed.

Tinnitus interference on everyday life

The degree of tinnitus annoyance is difficult to evaluate, as already described by Graham (1965)¹⁴. There are no instruments developed to investigate annoyance among children, for example, no questionnaire or visual-analog scales are validated to study tinnitus in the pediatric population. Difficulty in concentration (33%), sleeping (24%) and hearing (9%) were the most frequent complains. They also related interference in leisure, sports and the symptom was associated to headache and dizziness. Similar findings among children are described by Martin and Snashall (1994)¹⁰ and Gabriels (1996)³⁷. Decrease in school performance is related by Drukier (1989)³⁸ and Kentish et al. (2000)³⁹. School performance was not objectively tested but if a child presents concentrations problems, he or she is prone to have difficulties in school. All these findings are similar to those related by adults that search for tinnitus treatment in Brazil⁴⁰. Tinnitus can be distressing in children as it is in adults.

Tinnitus prevalence: adults vs. children

Since tinnitus' definition is not uniform⁴¹ and prevalence studies among adults also vary given differences in the definition of tinnitus and methodology. In a historical experiment, Heller and Bergman (1953)⁴² reported that 94% of subjects who entered in a sound proof booth reported some form of tinnitus, Graham and Newby (1962)⁴³ reproducing the same study, reported this finding in 40% of normal

hearing subjects reported. Levine (2001)²⁷ found 55% of tinnitus perception in a quiet room. Most epidemiological studies base their definition of tinnitus on an experience perceived for more than 5 minutes. Tinnitus' prevalence rates vary from 25-44%⁴⁴; 29%⁴⁵, 14.2%⁴⁶, to 10%⁴¹. Besides methodology and definition differences, the discrepant prevalence found in this pediatric population when compared to adults might also reflect differences in behavior and maturation of the auditory pathway.

Risk factors associated to tinnitus sensation and suffering

Age

The risk for tinnitus sensation and tinnitus annoyance has been shown to be progressive as age increases with a risk of 1.1 and 1.2 times respectively for every year raise. Nodar (1972)²⁹ observed a progressive increase in tinnitus incidence until 13 to 14 years of age in his study. Among young adults (18 to 24 years of age), Hinchcliffe (1996)⁴⁵ and Leske (1981)⁴⁴ described tinnitus prevalence in 21% and 26.6 % respectively, declining after 65 years of age. Also among adults, this fact is clearly demonstrated by Hoffman and Reed (2004)⁴⁷, who described a progressive prevalence of tinnitus proportional to age, declining after a plateau around 65 years of age. This approach where prevalence is evaluated in age ranges could explain differences among various studies. When considering a mean value among all ages, prevalence reaches lower rates. In children, the progressive risk for tinnitus associated with age could be related to an increase in cognitive capacity or because of an accumulative exposure to many factors implicated in tinnitus etiology as noise exposure.

Gender

Most epidemiological studies among adults show similarity between genders or a small increase on women when compared to men. Nondhal et al. 2002⁴⁸ using a logistic multivariate model have demonstrated an Odds Ratio of 1.3 (95% IC 1.06-1.08) of higher risk among woman. In our study, girls had an Odds Ratio of 0.5 (95% IC 0.3-0.9) to present tinnitus suffering when compared to boys. Holgers and Svedlund (2003)⁴⁹ have described a higher prevalence of tinnitus suffering among girls, as well as a higher prevalence of depressive and anxiety symptoms. This could be related to: (a) girls present a higher tendency to express symptoms than boys, including those related to affective disorders⁵⁰; (b) spontaneous otoacoustic emissions are more frequent among females⁵¹; (c) genetic differences among genders associated to neurotransmitters expressions pursuing an action on auditory pathway, including serotonin⁵².

Hearing Loss

The prevalence of tinnitus in children with hearing loss has shown to be greater than that in normally hearing children. Among children with moderate to profound SNHL, tinnitus is less prevalent than in those children with minimum to mild hearing loss. Minimum to mild hearing loss is a risk factor for tinnitus with an Odds ratio of 1.8 for tinnitus sensation and 2.4 for tinnitus suffering. Moderate to profound deafness were also considered risk factors with an Odds Ratio of 0.5 and 1.1 for tinnitus sensation and tinnitus suffering respectively. In the general pediatric population tinnitus prevalence has been demonstrated to be smaller among children with normal hearing^{12, 29} as well in our results. When evaluating tinnitus among hearing impaired children, tinnitus is less frequent among those individuals

presenting higher degree of hearing loss. Graham (1981)⁵³ evaluated 92 students with moderate hearing loss and 64 presenting profound loss. Children with profound hearing loss (29%) had a smaller prevalence of tinnitus than children with moderate loss (66%). Mills and Cherry (1984)³⁴ investigated children with middle ear disease (n=66) and sensorineural hearing loss (n=44). Tinnitus was mentioned in 43.9% of children with middle ear disease and in 29.5% of those with neurosensorial hearing loss. Nodar and Lezak (1984)³² studied 55 children: in those with profound hearing loss 43% (n=31) described tinnitus, while all children with moderate loss presented tinnitus (n= 18). All these data are in agreement with our findings.

Norena and Eggermont (2005)⁵⁴ have demonstrated that even a mild hearing loss (thresholds < 30 dB HL) could promote tonotopic reorganization of the auditory cortex. Our finding that minimum / mild hearing loss is a risk factor for tinnitus in children is consistent with this study.

Noise exposure

History of noise exposure was a risk factor for both tinnitus sensation and tinnitus suffering, presenting an Odds ratio of 1.8 (IC 95%=1.1-2.9) and 2.8 (IC 95%=1.6-4.8), respectively. Exposure to impulse noise has been significantly associated to tinnitus in uni and multivariate regressions models⁴⁷. A similar finding among children has recently been related by Holgers and Petterson (2005)²⁸, who found exposure to sounds in concerts and discos to be associated to tinnitus sensation, in a multivariate regression model. Segal et al (2003)⁵⁵ reported a prevalence of tinnitus of in 25% of children (n= 13) who searched for medical care after being exposed to children's toys and fire cracks. In our sample, the most frequent situation of noise exposure was related to firecrackers that might reach peak

levels of 145 to 165 dB HL at 2 meters or less from the explosion site⁵⁶. Frequent exposure to excessive noise toys has also been alerted by Axelsson et al (1981)⁵⁷, Rytzner and Rytzner (1981)⁵⁸ and Axelsson et al (1985)⁵⁷.

Reorganization on the tonotopic map of the primary auditory cortex following a noise trauma has been well documented^{59, 60} and has been proposed to cause tinnitus⁶¹⁻⁶³. Cortical neurons with characteristic frequencies in the region of hearing loss were found to: (a) Respond to the frequency tuning of their less affected neighbors, (b) Show an increased spontaneous activity (c) Present an increased neural synchrony^{63, 64}. A potential link between exposure to excessive noise, reorganization of the cortical tonotopic map, changes in neuron spontaneous firing rates and tinnitus has been suggested by Eggermont and Roberts (2004)⁶⁵. An elegant paper, recently published by Noreña et al (2005)⁵⁴ demonstrated that acoustic stimulation immediately initiated after noise trauma prevents tonotopic changes in the primary auditory cortex in animals.

All these findings strengthen the need for educational and informational programs about noise exposure among school age children, not only considering the risk for hearing loss, but also a crucial feature on tinnitus prevention. Once the noise trauma is established, an early diagnosis followed by prompt treatment might prevent serious consequences such as tinnitus suffering.

Motion Sickness

Motion sickness is a clinical phenomenon consisting of tiredness, weakness, pallor, diaphoresis, hyper salivation, nausea and emesis, provoked by passive locomotion or movement of the visual environment. This symptom has been shown to be a risk factor for tinnitus sensation in our study, with an Odds Ratio of 1.8 (CI

95%=1.3-2.7). Motion sickness has been demonstrated to be highly associated to migraine and vestibular symptoms in children⁶⁶. Recently, Neuhauser et al (2005)⁶⁷ found a strong association of vestibular vertigo with tinnitus in adults. Unfortunately, we could not find any data in children to compare our results. Possibly, both symptoms share a similar origin or pathogenesis in childhood.

Hyperacusis

Hyperacusis and tinnitus have been well described as related symptoms⁶⁸. Complaints about intolerance to sounds have been described in 30% of children presenting tinnitus³⁷. Hyperacusis has been suggested to be a precursor for tinnitus development⁶⁹ becoming worse as long as tinnitus develops. On the other hand, it has also been suggested that tinnitus might precede hyperacusis^{70,71} with an increase in prevalence as tinnitus evolves. In our study, the presence of hyperacusis demonstrated to be the highest risk factor for tinnitus suffering, with an Odds Ratio of 4.2 (CI 95% 1.4-12.6). When evaluating tinnitus as a risk factor to hyperacusis this association has been demonstrated null (Coelho et al, submitted). It is evident that children with an altered perception of external sounds, as occurs in hyperacusis, might also be annoyed by an “internal sound”. Both symptoms might share a common pathophysiological substrate but it does not mean that the occurrence of hyperacusis *per se* is a precondition to develop tinnitus and vice-versa. Moller and Rolins (2002)²¹ have demonstrated that median nerve electrical stimulation produced an effect on loudness perception among children but not in adults. The authors suggested that this could be related to the action of the non-classical auditory pathways in childhood. Moller et al (2006)² hypothesize that for some patients

where hyperacusis, phonophobia and severe tinnitus occur together, the re-routing of auditory information to the non-classical auditory system could be a possible explanation for this association. This change could permit unprocessed information to arrive into the amygdala and probably to other structures of the limbic system through a direct subcortical route from the thalamus. The limbic system is well known to be associated with fear conditioning and emotional processing. The higher risk found to a negative emotional reaction to tinnitus in the presence of hyperacusis could be explained as an expression of the non-classical pathway activity. As far as we know, this is the first study that evaluates the association between tinnitus and hyperacusis in a randomized general population of children.

Tinnitus sensation is a common finding among children. In some cases it might cause interference in concentration, sleeping and hearing becoming a problematic symptom. Because children don't complain, tinnitus it is likely to be misdiagnosed. Differences on prevalence rates among various epidemiological studies among children as well in adults may be attributed to different methodologies and basically on the way tinnitus is defined. Specific anamnesis for tinnitus and hyperacusis should be included on pediatric otolaryngological evaluation. Tinnitus prevention should be initiated in early school years.

Acknowledgments

We are grateful to Sandra Weber, responsible for all the audiometric evaluations, Keila Knobel and Matt Gilchrist, who provided very helpful comments during the writing of this article. Statistical analyses given by Ana Capuano MS were much appreciated.

References

- 1 Tyler RS. Tinnitus. In: Evered D, Lawrenson G, eds. Ciba Foundation Symposium. London: Pitman, 1981; 136-137
- 2 Moller AR. Hyperactive disorders of the auditory system. In: Moller AR, ed. Hearing: Its Physiology and Pathophysiology: Elsevier in press, 2006
- 3 Tyler R. Neurophysiological Models, Psychological Models, and Treatments for Tinnitus. In: Tyler R, ed. Tinnitus Treatment: Clinical Protocols New York: Thieme, 2006; 1-22
- 4 Kiang S, Moxon C, Levine R. Auditory-nerve activity in cats with normal and abnormal cochleas. In: Wolstenholme W, Knight J, eds. Sensorineural Hearing Loss. London: Churchill, 1970; 241-273
- 5 Eggermont JJ. Tinnitus: Some thoughts about its origin. J Laryngol Otol 1984; 9:31-37
- 6 Moller AR. Pathophysiology of Tinnitus. Ann Otol Rhinol Laryngol 1984; 93:39-44
- 7 Salvi RJ, Wang J, Powers N. Plasticity and reorganization in the auditory brainstem: implications for tinnitus. In: Reich GE, Vernon JA, eds. 5 th International Tinnitus Seminar. Portland: American Tinnitus Association, 1996
- 8 Salvi RJ, Wang J, Ding D. Auditory plasticity and hyperactivity following cochlear damage. Hear Res 2000; 147:261-274
- 9 Baguley DM, McFerran DJ. Tinnitus in childhood. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 1999; 49:99-105
- 10 Martin K, Snashall S. Children presenting with tinnitus: a retrospective study.

- Br J Audiol. 1994; 28:111-115
- 11 Mills RP, Albert DM, Brain CE. Tinnitus in childhood. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 1986; 11:431-434
 - 12 Stouffer J, Tyler R, Booth J, et al. Tinnitus in normal-hearing and hearing-impaired children. IV International Tinnitus Seminar. Bordeaux: Kugler Publications, 1991; 255-258
 - 13 Fowler EP, Fowler EPJ. Somatopsychic and psychosomatic factors in tinnitus, deafness and vertigo. . *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1955; 64:29-37
 - 14 Graham J. Tinnitus aurium. *Acta Otolaryng.* 1965; Suppl:24-26
 - 15 Dobie R. Overview: Suffering from Tinnitus. In: Snow JJ, ed. *Tinnitus: Theory and Management*. London: BC Decker Inc, 2004; 1-7
 - 16 Abramson JH. Cross-sectional studies. In: Detels R, McEwen J, Beaglehole R, et al., eds. *Oxford textbook of public health.*: Oxford University Press, 2002
 - 17 Beattie RC, Edgerton BJ, Gager DW. Effects of speech materials on the loudness discomfort level. *J Speech Hear Disord* 1979; 44:435-458
 - 18 Bornstein SP, Musiek FE. Loudness discomfort level and reliability as a function of instructional set. *Scand Audiol* 1993; 22:125-131
 - 19 Hawkins DB. Loudness discomfort levels: a clinical procedure for hearing aid evaluations. *J Speech Hear Disord* 1980; 45:3-15
 - 20 Silman S, Silverman CA. Basic Audiologic Testing. In: Silman S, Silverman CA, eds. *Auditory diagnosis-principles and applications*. San Diego: Singular, 1997; 38-58
 - 21 Moller AR, Rollins PR. The non-classical auditory pathways are involved in hearing in children but not in adults. *Neurosci Lett* 2002; 319:41-44

- 22 Szczepaniak WS, Moller AR. Interaction between auditory and somatosensory systems: a study of evoked potentials in the inferior colliculus. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1993; 88:508-515
- 23 Moller AR. Pathophysiology of tinnitus. *Otolaryngol Clin North Am* 2003; 36:249-266
- 24 Pinchoff RJ, Burkard RF, Salvi RJ, et al. Modulation of tinnitus by voluntary jaw movements. *Am J Otol* 1998; 19:785-789
- 25 Cacace AT, Cousins JP, Parnes SM, et al. Cutaneous-evoked tinnitus. II. Review of neuroanatomical, physiological and functional imaging studies. *Audiol Neurootol* 1999; 4:258-268
- 26 Sanchez TG, Guerra GC, Lorenzi MC, et al. The influence of voluntary muscle contractions upon the onset and modulation of tinnitus. *Audiol Neurootol* 2002; 7:370-375
- 27 Levine RA, Abel M, Cheng H. CNS somatosensory-auditory interactions elicit or modulate tinnitus. *Exp Brain Res* 2003; 153:643-648
- 28 Holgers KM, Pettersson B. Noise exposure and subjective hearing symptoms among school children in Sweden. *Noise Health* 2005; 7:27-37
- 29 Nodar RH. Tinnitus aurium in school age children: a survey. *Journal of Auditory Research* 1972; 12:133-135
- 30 Holgers KM. Tinnitus in 7-year-old children. *Eur J Pediatr* 2003; 162:276-278
- 31 Graham JM. Tinnitus in children with hearing loss. *Ciba Found Symp* 1981; 85:172-192
- 32 Nodar R, Lezak M. Paediatric tinnitus: a thesis revisited. *J Laryng Otol* 1984; 9:234-235.

- 33 Leonard G, Black F, Schramm J. Tinnitus in children. In: Bluestone CD, Stool S, Arjona S, eds. *Pediatric Otolaryngology* Philadelphia: W. Saunders, 1983; 271-277
- 34 Mills RP, Cherry JR. Subjective tinnitus in children with otological disorders. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1984; 7:21-27
- 35 Viani LG. Tinnitus in children with hearing loss. *J Laryngol Otol* 1989; 103:1142-1145
- 36 Savastano M. A protocol of study for tinnitus in childhood. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2002; 64:23-27
- 37 Gabriels P. Children with tinnitus. In: Vernon JA, Reich GE, eds. *5th International Tinnitus Seminar Portland, USA American Tinnitus Association*, 1996; 270-274
- 38 Drukier GS. The prevalence and characteristics of tinnitus with profound sensori-neural hearing impairment. *Am Ann Deaf* 1989; 134:260-264
- 39 Kentish RC, Crocker SR, McKenna L. Children's experience of tinnitus: a preliminary survey of children presenting to a psychology department. *Br J Audiol* 2000; 34:335-340
- 40 Coelho CB, Sanchez TG, Bento RF. Características do Zumbido em Pacientes Atendidos em Serviço de Referência. *Arquivos da Fundação Otorrinolaringologia* 2004; 8:216-224
- 41 Davis A, El-Rafaie E. Epidemiology in tinnitus. In: Tyler R, ed. *Tinnitus Handbook*. San Diego: Singular, 2000; 1-23
- 42 Heller MF, Bergman M. Tinnitus aurium in normally hearing persons. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1953; 62:73-83

- 43 Graham JT, Newby HA. Acoustical characteristics of tinnitus. An analysis. *Arch Otolaryngol* 1962; 75:162-167
- 44 Leske M. Prevalence estimates of communicative disorders in the U.S. *Language, learning and vestibular disorders. ASHA.* 1981; 23:229-237
- 45 Hinchcliffe R. Prevalence of the commoner ear, nose, and throat conditions in the adult rural population of Great Britain. A study by direct examination of two random samples. *Br J Prev Soc Med* 1961; 15:128-140
- 46 Axelsson A, Ringdahl A. Tinnitus--a study of its prevalence and characteristics. *Br J Audiol* 1989; 23:53-62
- 47 Hoffman H, Reed G. Epidemiology of tinnitus. In: Jr. SJ, ed. *Tinnitus theory and management* London: Decker, 2004; 16-41
- 48 Nondahl DM, Cruickshanks KJ, Wiley TL, et al. Prevalence and 5-year incidence of tinnitus among older adults: the epidemiology of hearing loss study. *J Am Acad Audiol* 2002; 13:323-331
- 49 Holgers K, Svedlund C. Tinnitus in Childhood. *Journal of Psychosomatic Research* 2003; 55:135-135
- 50 Eley TC, Lichtenstein P, Stevenson J. Sex differences in the etiology of aggressive and nonaggressive antisocial behavior: results from two twin studies. *Child Dev* 1999; 70:155-168
- 51 Burns EM, Campbell SL, Arehart KH. Longitudinal measurements of spontaneous otoacoustic emissions in infants. *J Acoust Soc Am* 1994; 95:385-394
- 52 Weiss LA, Abney M, Cook EH, Jr., et al. Sex-specific genetic architecture of whole blood serotonin levels. *Am J Hum Genet* 2005; 76:33-41

- 53 Graham J. Paediatric tinnitus. *J Laryngol Otol Suppl* 1981;117-120
- 54 Norena AJ, Eggermont JJ. Enriched acoustic environment after noise trauma reduces hearing loss and prevents cortical map reorganization. *J Neurosci* 2005; 25:699-705
- 55 Segal S, Eviatar E, Lapinsky J, et al. Inner ear damage in children due to noise exposure from toy cap pistols and firecrackers: a retrospective review of 53 cases. *Noise Health* 2003; 5:13-18
- 56 Smoorenburg GF. Risk of noise-induced hearing loss following exposure to Chinese firecrackers. *Audiology* 1993; 32:333-343
- 57 Axelsson A, Jerson T, Danielsson K, et al. [Noisy toys--a risk of hearing injuries?]
Lakartidningen. 1984; 81:4162-4166
- 58 Rytzner B, Rytzner C. Schoolchildren and noise. The 4 kHz dip-tone screening in 14391 Schoolchildren. *Scand Audiol* 1981; 10:213-216
- 59 Robertson D, Irvine DR. Plasticity of frequency organization in auditory cortex of guinea pigs with partial unilateral deafness. *J Comp Neurol*. 1989; 282:456-471
- 60 Komiya H, Eggermont JJ. Spontaneous firing activity of cortical neurons in adult cats with reorganized tonotopic map following pure-tone trauma. *Acta Otolaryngol* 2000; 120:750-756
- 61 Rauschecker JP. Auditory cortical plasticity: a comparison with other sensory systems. *Trends Neurosci* 1999; 22:74-80
- 62 Norena A, Micheyl C, Chery-Croze S, et al. Psychoacoustic characterization of the tinnitus spectrum: implications for the underlying mechanisms of tinnitus.

- Audiol Neurotol 2002; 7:358-369
- 63 Norena AJ, Eggermont JJ. Changes in spontaneous neural activity immediately after an acoustic trauma: implications for neural correlates of tinnitus. *Hear Res* 2003; 183:137-153
- 64 Seki S, Eggermont JJ. Changes in spontaneous firing rate and neural synchrony in cat primary auditory cortex after localized tone-induced hearing loss. *Hear Res* 2003; 180:28-38
- 65 Eggermont JJ, Roberts LE. The neuroscience of tinnitus. *Trends Neurosci* 2004; 27:676-682
- 66 Uneri A, Turkdogan D. Evaluation of vestibular functions in children with vertigo attacks. *Arch Dis Child* 2003; 88:510-511
- 67 Neuhauser HK, von Brevern M, Radtke A, et al. Epidemiology of vestibular vertigo: a neurotologic survey of the general population. *Neurology* 2005; 65:898-904
- 68 Tyler RS, Conrad-Arnes D. The determination of tinnitus loudness considering the effects of recruitment. *J Speech Hear Res* 1983; 26:59-72
- 69 Hazell J, Sheldrake J. Hyperacusis and tinnitus. In: Aran J, Dauman R, eds. *V International Tinnitus Seminar*. Bordeaux: Kugler Publications, 1991; 245-248.
- 70 Andersson G, Lyttkens L, Larsen HC. Distinguishing levels of tinnitus distress. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 1999; 24:404-410
- 71 Andersson G, Vretblad P, Larsen HC, et al. Longitudinal follow-up of tinnitus complaints. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2001; 127:175-179

TABLES

Table 1 Epidemiological studies on tinnitus among children in general population

Author	Place	N	Age	Method	Prevalence	
Nodar (1972)	USA	2000	10-18	Questionnaire ¹	13.3% normal hearing	58.6% hearing impaired
Stouffer et al. (1991)	Canada	161	7-12	Interview ²	13% in normal hearing 6% after an answer consistency criteria)	29% in hearing impaired 24% after an answer consistency criteria)
Holgers (2003)	Sweden	964	7	Questionnaire ³	13% in normal hearing	8.8% in hearing impaired
Holgers and Petterson (2005)	Sweden	671	13-16	Questionnaire ⁴	53% tinnitus perception	27% tinnitus annoyance

¹“Do you hear a noise in your ears like ringing, buzzing, or a click?”

² “Do you hear a noise in your head for more than 5 minutes?”

³ “ After listening to loud music or other loud sounds/noise, have you afterwards heard a ringing, buzzing or other sort of noise in your ears, even if the loud music or noise has been turned off?”

“Have you heard a ringing, buzzing or other sort of noise in your ears, without first having listened to loud music or other loud sounds?”

⁴“How often do you experience tinnitus”, “How often is tinnitus annoying” “Thoughts about tinnitus”

Table 2 Sample characteristics according to the presence of tinnitus sensation or suffering

Variable	Tinnitus Sensation (n=487)		Tinnitus Suffering (n=485)		
	Total sample	Positive (%)	Total sample	Positive (%)	
Age					
	4-6	88	25 (28.4)	84	12 (14.3)
	7-10	254	100 (39.4)	252	44 (17.5)
	11-13	90	44 (48.9)	92	30 (32.6)
Gender					
	male	258	93 (36.1)	255	40 (15.7)
	female	229	97 (42.4)	230	59 (25.7)
Race					
	white	419	165 (39.4)	421	88 (20.9)
	black	24	11 (45.8)	23	6 (26.1)
	mixed	44	14 (31.8)	41	5 (12.2)
Hand preference for writing					
	left	49	25 (51)	47	14 (29.8)
	right	437	165 (37.8)	437	85 (19.5)
	ambidextrous	1	0 (0)	1	0 (0)
Type of school					
	public	401	163 (40.7)	401	86 (21.5)
	private	86	27 (31.4)	84	13 (15.5)
History of noise exposure					
	positive	93	47 (50.5)	94	33 (35.1)
	negative	384	137 (35.7)	381	62 (16.3)
	no answer	10	6 (60)	10	4 (40)
History of otitis on last 12 months (parental information)					
	positive	94	36 (38.3)	92	25 (27.2)
	negative	367	141 (38.4)	367	66 (18)
	no answer	26	13 (50)	26	8 (30.8)
Middle ear disease					
	none	409	154 (37.7)	407	79 (19.4)
	present	77	36 (46.8)	77	20 (26)
History of ear surgery (parental information)					
	positive	16	9 (56.3)	16	4 (25)
	negative	460	174 (37.8)	459	91 (19.8)
	no answer	11	7 (63.6)	10	4 (40)
Prevalence of vestibular symptoms					
	positive	106	58 (54.7)	107	35 (32.7)
	negative	183	55 (30.1)	179	22 (12.3)
	not classified	198	77 (38.9)	199	42 (21.1)
Prevalence of motion sickness					
	present	202	95 (47)	195	48 (24.6)
	absent	285	95 (33.3)	290	51 (17.6)
Self-perception of hearing loss					
	positive	94	57 (60.6)	92	40 (43.5)
	negative	393	133 (33.8)	393	59 (15)
Hearing Loss – right ear					
	normal	420	157 (37.4)	417	77 (18.5)
	minimum/mild	54	29 (53.7)	56	19 (33.9)
	moderate/profound	9	2 (22.2)	8	1 (12.5)
	no answer	4	2 (50)	4	2 (50)
Hearing Loss – left ear					
	normal	415	160 (38.6)	411	75 (18.3)
	minimum/mild	57	25 (43.9)	60	20 (33.3)
	moderate/profound	11	3 (27.3)	10	2 (20)
	no answer	4	2 (50)	4	2 (50)
Hearing Loss – both ears					
	normal	398	150 (37.7)	394	70 (17.8)
	minimum/mild	68	34 (50)	71	24 (33.8)
	moderate/profound	17	4 (23.5)	16	3 (18.8)
	no answer	4	2 (50)	4	2 (50)
Hyperacusis					
	present	16	8 (50)	16	8 (50)
	negative	466	179 (38.4)	464	88 (19)

Table 3 Multivariate logistic regression model after backward selection

Variable	Tinnitus Sensation OR (95% CI)	Tinnitus Suffering OR (95% CI)
Age (continuum)	1.1 (1.06-1.3)	1.2 (1.1-1.4)
Gender (male <i>vs.</i> female)	---	0.5 (0.3-0.9)
Hearing Loss		
	normal Reference value	Reference value
	minimum/mild 1.8 (1.05-3)	2.4 (1.4-4.4)
	moderate/profound 0.5 (0.2-1.6)	1.1 (0.3-4.1)
History of noise exposure (positive <i>vs.</i> negative)	1.8 (1.1-2.9)	2.8 (1.6-4.8)
Motion Sickness (positive <i>vs.</i> negative)	1.8 (1.3-2.7)	---
Hyperacusis (positive <i>vs.</i> negative)	---	4.2 (1.4-12.6)

FIGURE

Coelho CB, Sanchez TG, Tyler RS

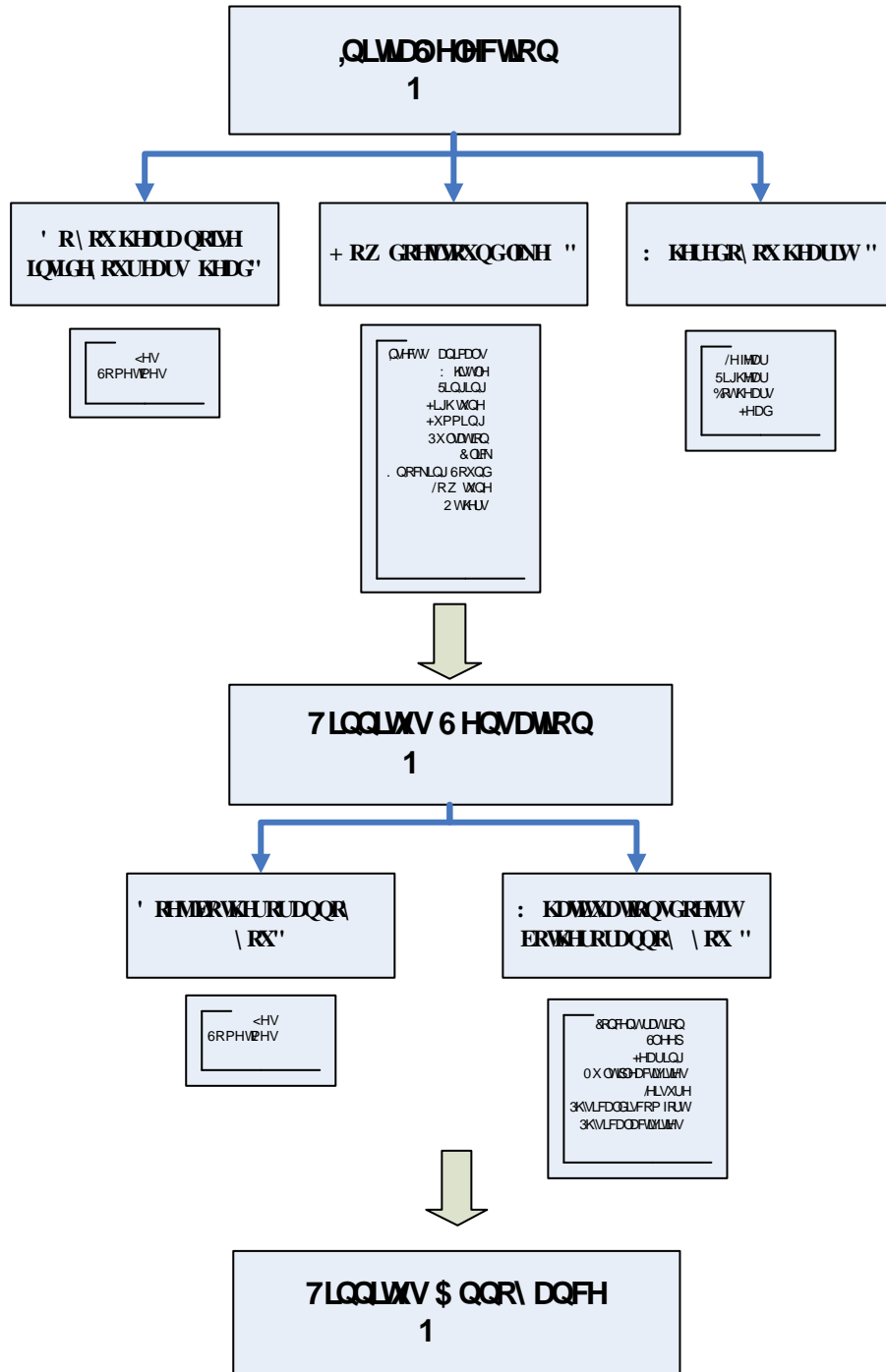


Figure 1 - Tinnitus sensation and annoyance classification criteria

From: Annals of Otolaryngology
Sent: Wednesday, March 29, 2006 3:03 PM
To: Coelho, Claudia
Cc: Smith, Richard J (Oto)
Subject: MS# 05-3357; Tinnitus in Children and Associated Risk Factors

MS# 05-3357; Tinnitus in Children and Associated Risk Factors

Dear Dr. Coelho:

I write to acknowledge that the ANNALS has received the above-referenced manuscript, and it is currently under review.

Thank you for submitting your materials to the ANNALS.

Sincerely,

Catherine Theis

Assistant to the Editor

The Annals of Otology, Rhinology & Laryngology

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAPPEsq Comissão para Análise de Projetos de Pesquisa

dB NA Decibel nível de audição

dB Decibel

HAD Escala hospitalar de depressão e ansiedade

kHz Quilohertz

LD Limiares de Desconforto

n Número de casos

p Nível de significância

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Limite da capacidade do audiômetro e limiares estipulados	27
Tabela 2 - Limiar de desconforto aos sons	35
Tabela 3 - Comparação dos achados encontrados nas crianças com diagnóstico positivos de sensações de zumbido, incômodo com zumbido e hiperacusia.....	40
Tabela 4 - Regressão logística multivariada, após seleção "backward" com critério de inclusão alfa igual a 10%	43

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Ficha Individual com os formulários eletrônicos..... 30
- Figura 2 - Fluxograma demonstrando as etapas para classificação da hiperacusia 37
- Figura 3 - Fluxograma demonstrando a classificação do zumbido 39

RESUMO

Coelho CCB. *Estudo da prevalência da hiperacusia e do zumbido em crianças* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2006. 94p.

A hiperacusia e o zumbido representam alterações na percepção dos sons, estando freqüentemente associados. Ambos refletem um estado de hiperatividade da via auditiva, gerado por alterações na plasticidade neuronal geralmente associadas à super estimulação ou deprivação sensorial. A hiperacusia refere-se a uma disfunção na percepção da intensidade de sons externos, o zumbido refere-se à percepção de um som interno que não tem uma fonte geradora externa. Afetam adultos e crianças e podem ocasionar limitações na qualidade de vida. Ainda são muito negligenciados por otorrinolaringologistas e pediatras, apesar da sua presença não ser incomum na infância. Delineamos um estudo populacional transversal randomizado entre crianças de 5 a 12 anos cujo objetivo principal foi estimar a prevalência da hiperacusia e do zumbido. O objetivo secundário foi avaliar a associação a possíveis fatores de risco e a causalidade entre os sintomas. Foram avaliadas 506 crianças em ambiente escolar. Os dados foram coletados por meio de questionário aos pais ou responsáveis, entrevista com as crianças, otoscopia e testes auditivos. A classificação dos resultados seguiu critérios previamente estabelecidos. Participaram 240 meninas (47,4%) e 266 meninos (52,6%), idade média 9.46 anos (DP= 2.09). Os limiares auditivos foram classificados como normais em 81%, disacusia de grau mínimo/leve em 14% e disacusia de grau moderado/profundo em 4% das crianças. A prevalência da sensação de zumbido foi 37,5%, incômodo com zumbido 19,6% e hiperacusia 3,2%. Os fatores de risco foram analisados por um modelo de regressão multivariado. Em relação ao zumbido, os fatores associados foram: idade, gênero, perda auditiva, história de exposição aos sons e cinetose. Para a hiperacusia, o

único fator de risco encontrado foi a perda auditiva leve na orelha esquerda. A presença de hiperacusia demonstrou ser o maior fator de risco associado ao incomodo com o zumbido.

Descritores: Zumbido, hiperacusia, criança, estudos transversais, percepção sonora

SUMMARY

Coelho CCB. *Tinnitus and Hyperacusis: a prevalence study and risk factors in children* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2006. 94p.

Hyperacusis and tinnitus are altered states of sound perception and are frequently associated. Both reflect a hyperactivity of the auditory pathway as an expression of neural plasticity which is often triggered by over stimulation or deprivation of sensorial stimuli. Hyperacusis is a dysfunction on loudness perception of external sounds and tinnitus a perception of an internal sound without an external source. They might affect adults and children causing interference on quality of life. They are still neglected by otolaryngologists and pediatricians.

A prospective cross sectional study was designed to estimate tinnitus and hyperacusis prevalence and evaluate association to possible risk factors and causality among them. Children from 5 to 12 years of age were evaluated in the school environment. Data was collected searching parental information, children's interview, otoscopy and audiometric tests. The symptoms were classified according to previous established criteria. The final sample counted on 240 girls and 266 boys, mean age 9.46 (SD= 2.09). Hearing thresholds were classified as normal in 81%, minimum to mild hearing loss in 14% and moderate to profound hearing loss in 4% of the children. Prevalence of tinnitus sensation was found to be 37.5%, tinnitus suffering 19.6% and hyperacusis 3.2%. Age, gender, hearing loss, history of noise exposure and motion sickness were risk factors to tinnitus. Left ear hearing loss was a risk factor for hyperacusis. The presence of hyperacusis demonstrated to be the highest risk factor to tinnitus suffering.

Descriptors: Tinnitus, Hyperacusis, Children, Cross Over study, Sound Perception

1 INTRODUÇÃO

"O som é um referencial fisiológico e antropológico marcante na vida das pessoas. Objeto subjetivo que está dentro e fora do corpo, o som não pode ser tocado diretamente, mas nos toca com uma enorme precisão" (Wisnik, 1999).

A intolerância aos sons e o zumbido apresentam várias semelhanças e freqüentemente coexistem. Ambos representam alterações na percepção dos sons e refletem um estado de hiperatividade da via auditiva (Moller, 2006). Enquanto a intolerância aos sons refere-se a uma disfunção na percepção de sons externos, o zumbido é a percepção de um som interno que não tem uma fonte geradora externa. Ambos atingem adultos e crianças e podem ocasionar limitações na vida diária, com comprometimento emocional e comportamental variáveis que podem prejudicar severamente a qualidade de vida. Nas últimas décadas, ambos começaram a receber progressiva atenção da comunidade científica, porém sua abordagem médica atual ainda está longe do ideal, principalmente por desconhecimento do assunto.

Múltiplos termos ainda são usados com significados confusos para descrever o desconforto à exposição sonora: "hiperacusia", "fonofobia", "recrutamento" e "hiperestesia auditiva" (Santos, 2000). Para uniformizar essas definições, Jastreboff e Jastreboff (2001) propuseram a adoção dos

termos hiperacusia, misofonia e fonofobia, os quais têm sido adotados nos estudos mais recentes. A hiperacusia reflete um incômodo com vários sons cotidianos, mesmo de intensidade baixa ou moderada. É ocasionado principalmente pelas características físicas dos sons, independentemente do contexto onde ocorrem. Assim, o ruído de talheres e louças, a água do chuveiro e conversas corriqueiras são percebidos com uma intensidade insuportável por estes indivíduos. O diagnóstico é feito pela associação da anamnese com os resultados do limiar de desconforto, teste que fornece uma medida psicoacústica da percepção da intensidade sonora. A misofonia (“miso” = desagrado) implica em desconforto a sons apresentados em um determinado contexto e não apenas pelas características físicas destes sons (Jastreboff e Jastreboff, 2001), como giz no quadro negro, tráfego, ruído de obras, música que escapa pelo fone de ouvido, etc. Por fim, a fonofobia (fobia = medo), que pode ser um subtipo de misofonia, é um desagrado por medo da exposição a sons, principalmente os de caráter súbito (Hazell *et al.*, 2002), como o disparo de uma arma de fogo ou trovoadas.

Especificamente na população infantil, o zumbido e a hiperacusia ainda são muito negligenciados por otorrinolaringologistas e pediatras, apesar da sua presença não ser incomum nesta faixa etária (Savastano, 2002). Isso talvez ocorra porque as crianças raramente se queixam espontaneamente ou porque se adaptam rapidamente, ou ainda porque não reconhecem os sintomas como uma alteração física.

Os poucos estudos sobre a prevalência da hiperacusia em crianças restringem-se a determinadas doenças, como 95% em portadores de

Síndrome de Williams (Klein *et al.*, 1990) e 18 % em crianças autistas (Rosenhall *et al.*, 1999). Dados sobre o limiar de desconforto em crianças ainda não foram descritos na literatura. Em relação ao zumbido na infância, estima-se sua presença em 13% das crianças com limiares tonais normais (Nodar, 1972; Holgers, 2003) e com uma discrepância de 8 a 100% na presença de deficiência auditiva, variando em função do grau de deficiência (Nodar, 1972; Graham, 1981; Drukier, 1989; Viani, 1989; Stouffer *et al.*, 1991; Holgers, 2003).

Considerando-se que intolerância aos sons e zumbido são sintomas associados (Andersson *et al.*, 2002) que podem prejudicar a qualidade de vida e cuja ocorrência na população infantil é desconhecida ou discrepante, delineamos um estudo populacional transversal randomizado entre crianças de 5 a 12 anos de idade.

2 OBJETIVOS

2.1 Principal

É estimar a prevalência da hiperacusia e do zumbido nesta população, diferenciando sensação de incômodo.

2.2 Secundário

Avaliar a associação destes sintomas a possíveis fatores de risco e a possível causalidade entre ambos.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Intolerância aos Sons na Infância

Neste item serão descritas todas as referências bibliográficas encontradas sobre intolerância a sons na infância, independente do seu subtipo e da concordância com os critérios definidos por Jastreboff e Jastreboff (2001).

3.1.1 Autismo

Rosenhall *et al.* (1999) selecionam 111 crianças autistas com audição normal e avaliam sua tolerância a uma série de cliques de banda larga usados na audiometria de tronco cerebral a uma intensidade de 80 dB NA. Como grupo controle, coletaram dados de 57 crianças e adolescentes da população geral de vários centros, submetidos ao mesmo procedimento. Houve intolerância aos estímulos em 18% das crianças autistas, as quais foram classificadas como hiperacúsicas contra 0% do grupo controle.

Khalfa *et al.* (2004) avaliam 11 crianças autistas com dois testes psicoacústicos, o Limiar de Desconforto aos Sons e a Escala Categórica de Intensidade. O grupo controle foi selecionado entre crianças normais, pareando idade e sexo. Os Limiares de Desconforto aos Sons foram menores que 80 dB NA em 63% das crianças autistas e em 27% do grupo

controle. O volume dinâmico auditivo dos dois grupos apresentou uma diferença significativa. Entre as escalas de intensidade, também foi demonstrada uma diferença significativa entre os grupos. Os autores demonstram e quantificam uma percepção aumentada da intensidade entre crianças e adolescentes com autismo, demonstrando a elevada prevalência de hiperacusia nesta população.

3.1.2 Síndrome de Williams

A Síndrome de Williams é uma doença genética causada pela deleção de um alelo da elastina localizado no braço longo do cromossomo 7, ocorrendo em um a cada 20.000 nativos. Caracteriza-se por problemas cardiovasculares, anomalias do tecido conjuntivo, hipercalcemia e retardo mental, associado a comportamento hipersocial e loquaz (Lashkari *et al.*, 1999).

Martin *et al.* (1984) descrevem elevados índices de hiperacusia entre crianças com hipercalcemia infantil idiopática (Síndromes de Fanconi e Williams Beuren). Observam também que nas crianças menores, a hiperacusia pode ser tão severa a ponto de impedir a participação em viagens urbanas ou tarefas domésticas, o que parece melhorar com a idade.

Arnold *et al.* (1985) referem que crianças pequenas com síndrome de Williams manifestam seu desconforto com sons por meio de gritos e choro, enquanto as maiores tentam proteger-se do som com o gesto característico de cobrir as orelhas.

Klein *et al.* (1990) enviaram 100 questionários a pais de crianças com síndrome de Williams, abordando questões ligadas à sensibilidade aos sons

e a otites de repetição. Entre os 65 questionários que retornaram, observou-se que a idade média das crianças era de oito anos e que a prevalência de hiperacusia era de 95% e a de otites era de 60%. Em um grupo controle de crianças, encontraram 12% de hiperacusia. Não houve associação significativa entre os dois fatores. Os autores sugerem que a hiperacusia é um fenômeno acústico primário e oferecem como hipóteses de causas a hiperacuidade auditiva, a distorção do código neural do input auditivo que promove ganho anormal na intensidade sonora, ou falha do sistema nervoso central na habituação da resposta ao sobressalto.

Einfeld *et al.* (1997) descrevem as respostas comportamentais e emocionais desencadeadas por sons em crianças portadoras da Síndrome de Williams, que causam desde desconforto até a ansiedade. Na presença de estímulos sonoros, mesmo os de intensidade moderada como televisão e telefone, estas crianças costumam adotar comportamento característico, com gestos como cobrir as orelhas com as mãos, chorar, encolher-se e até fugir do ambiente onde se localiza a fonte sonora.

Apesar de prevalência tão elevada, Miani *et al.* (2001) realçam que os pais geralmente não recebem orientações sobre como lidar com a hiperacusia em crianças portadoras da Síndrome de Williams. Sugerem que a origem do problema seja as alterações neurológicas centrais na codificação e regulação do input periférico, relacionadas ao desenvolvimento incompleto de estruturas neurológicas superiores.

3.1.3 Spina bífida

Spina bífida é a causa mais comum de alteração no tubo neural, ocorrendo em um em cada 1000 nascimentos. Resulta na falha do fechamento da espinha durante o primeiro mês de gestação. Além de paralisia, associa-se à hidrocefalia em um grande número de casos e a alterações no trato intestinal e urinário (Menkes e Sarnat, 2000).

Durante exames de rotina, Oen *et al.* (1997) entrevistam 20 pais de crianças portadoras de spina bífida de até seis meses de vida, que posteriormente receberam questionário sobre sensibilidade aos sons. Destes, 10 pais (50%) referiram que as crianças apresentavam sintomas de hiperacusia nos primeiros anos de vida, enquanto no grupo controle (n = 19), apenas dois pais (10,5%) relataram esta ocorrência.

3.2 Zumbido na Infância

Fowler e Fowler (1955) são um dos primeiros autores a considerar que crianças antes da puberdade raramente mencionam zumbido.

Graham (1965) postula que o zumbido não é raro na infância, embora as crianças raramente se queixem. O autor atribui o fato a diferenças psicológicas entre adultos e crianças.

Nodar (1972) publica o primeiro estudo epidemiológico sobre incidência do zumbido em crianças de idade escolar na zona rural do estado de New York. Por quatro anos consecutivos, 2000 alunos de 10 a 18 anos submetidos à triagem auditiva responderam a um questionário sobre zumbido. Os resultados demonstraram uma incidência de 13,3% de zumbido

entre indivíduos com audiometria normal e de 58,6% com audiometria alterada. Também foi observado um aumento da incidência do sintoma por volta dos 13-14 anos de idade.

Graham (1979) questiona 74 crianças de 12 a 18 anos com perda auditiva em escolas para deficientes auditivos e verifica que 46 (64%) descrevem a sensação de zumbido, ressaltando que a mesma raramente era referida espontaneamente. Destas, 27 crianças referem incômodo leve ou ocasional e seis mostraram-se severamente afetadas. Posteriormente, Graham (1981) avalia 92 alunos com disacusia moderada e severa e 64 alunos com disacusia profunda, encontrando queixa de zumbido em 66% e 29%, respectivamente. Hazell (1979) declara que o zumbido é raro em crianças com disacusia congênita severa, ocorrendo mais comumente em crianças com perda moderada, principalmente de caráter progressivo.

Graham e Butler (1984) indicam que os limiares auditivos não são os únicos fatores determinantes do zumbido nas crianças, sugerindo inclusive que não são a origem principal do problema.

Leonard *et al.* (1983) sugerem que a criança apresenta uma percepção corporal menos desenvolvida que os adultos, o que explicaria sua melhor aceitação do zumbido.

Mills e Cherry (1984) investigam a ocorrência do zumbido em 66 crianças com doença na orelha média (média de idade de 8,6 anos) e em 44 crianças com disacusia neurosensorial (média de idade 7,2 anos). O zumbido foi mencionado por 43,9% das crianças com doença na orelha média e por 29,5% daquelas com disacusia neurosensorial. O incômodo

foi descrito em dez crianças, além de interferência no sono e na concentração. Somente 17 definiram o início do sintoma, das quais três relacionam à colocação de tubo de ventilação. Os autores reforçam a idéia que o zumbido dificilmente é referido espontaneamente pelas crianças, postulando que elas o percebem como uma experiência que sempre tiveram.

Durante exames de rotina, Mills *et al.* (1986) analisam 93 crianças sem história ou evidência de doenças da orelha média. O zumbido foi descrito em 27 (29%) crianças e nove (9,6%) referiram incômodo com o sintoma. Foi feita uma comparação com as crianças do trabalho anterior (Mills e Cherry, 1984), não sendo evidenciada associação do zumbido com doença otológica. Na segunda etapa do estudo, 403 crianças (156 meninas e 247 meninos) com mais de cinco anos de idade (média 7,3 anos) foram avaliadas em clínica otorrinolaringológica. A presença de zumbido foi observada em 267 crianças (66%) com otite média. Foi observada associação significativa do zumbido com doença da orelha média ($p < 0,02$).

Nodar e Lezak (1984) avaliam a prevalência do zumbido entre 55 crianças com deficiência auditiva. Entre as 31 que apresentavam perda auditiva profunda, 13 (43%) se queixavam de zumbido. Entretanto, entre as 18 crianças com perda auditiva moderada, todas referiram o sintoma. Este estudo sugere a alta incidência de zumbido em crianças com perda auditiva, particularmente naquelas com perda moderada. Relatam a presença de queixas espontâneas sobre zumbido em apenas 3% das crianças avaliadas.

Graham (1987) reconhece que o grau de incômodo causado pelo zumbido é difícil de avaliar, mas relata que um terço das crianças com zumbido e perda auditiva associada o descrevem como perturbador.

Drukier (1989) avalia 331 crianças de 6 a 18 anos com perda auditiva severa a profunda e encontra uma prevalência de 70% de zumbido. Relata que as crianças se queixam da dificuldade em compreender a fala na presença de zumbido e sugere que o sintoma contribui para problemas comportamentais, como falta de atenção e baixo rendimento escolar.

Viani (1989) avalia escolas para deficientes auditivos com perda auditiva maior que 40 dB NA. A amostra final conta com 102 crianças (69 meninos e 34 meninas) entre 6 e 17 anos de idade submetidas à otoscopia, audiometria e timpanometria e posteriormente questionadas sobre zumbido nas orelhas ou cabeça. Somente as crianças que o descreveram detalhadamente foram incluídas no estudo, para evitar que ele fosse influenciado pela dificuldade dos deficientes auditivos em diferenciar sons ambientais de sons gerados no próprio ouvido e pela tendência das crianças a serem sugestionadas. A prevalência do zumbido foi de 23% (24 crianças). Não houve diferença significativa entre o grupo com ou sem zumbido em relação a limiares tonais, idade, sexo e etiologia da perda auditiva.

Stouffer *et al.* (1991) submeteram 161 crianças de 7 a 12 anos de idade a uma avaliação auditiva e entrevista. Nas 140 crianças com audição normal (limiares tonais de até 15 dB NA nas frequências de 1, 2 e 4 kHz), 13% relataram zumbido nas orelhas ou na cabeça por mais de 5 minutos, o que também ocorreu em 29% das 21 crianças com perda auditiva. Com o

objetivo de eliminar o viés causado pela tendência das crianças a responderem positivamente a perguntas com respostas sim/não e a responderem de forma a agradar o entrevistador, foi elaborado um questionário para avaliar resposta-consistência. Com estas medidas, a prevalência do zumbido caiu para 6% no grupo com audição normal e para 24% no grupo com perda auditiva.

Martin e Snashall (1994) avaliam retrospectivamente 42 crianças que procuraram atendimento profissional com queixa principal de zumbido. O sintoma é descrito tipicamente como um som agudo ou assobio e, em cerca de 50% dos casos, a audição é normal. Crianças com audição normal e zumbido constante descrevem incômodo considerável em 83% dos casos, o que só ocorre em 9,6% das crianças com perda auditiva e zumbido intermitente. Interferência no sono, dificuldades para concentração, fadiga e estresse foram descritos como forma de incômodo. Concluem que, para algumas crianças, a experiência de zumbido pode ser tão severa como em adultos.

Gabriels (1995) avalia retrospectivamente 21 crianças com menos de 18 anos de idade dentre 628 pacientes que procuraram atendimento por zumbido em clínica audiológica. Entre elas, 42% apresentavam dificuldade no sono, 47% na concentração e 33% referiram intolerância aos sons coincidindo com o aparecimento do zumbido.

Kentish *et al.* (2000) descrevem os achados médicos e audiológicos de 24 crianças entre 7 e 17 anos de idade com zumbido, consecutivamente encaminhadas para auxílio psicológico. Metade das crianças apresentava limiares auditivos nos limites da normalidade (< 20 dB NA) e metade apresentava algum grau de perda auditiva. O zumbido era constante em oito

crianças (33%) e intermitente em 16 (67%). Barulho, gritos, música, aspiradores de pó e o barulho da sala de aula foram os principais fatores exacerbadores do incômodo. Dificuldades na atenção e na audição são os principais aspectos emocionais descritos, assim como insônia, crises de raiva e agressão, sintomas de ansiedade incluindo ataques de pânico, hiperventilação, medo, tonturas e preocupação com o zumbido. Estes, por sua vez, podem levar à dificuldade no desempenho escolar. Crianças com audição normal apresentam, de forma geral, maior incômodo e maiores níveis de ansiedade com o zumbido do que aquelas com perda auditiva. Concluem então, que crianças com queixas de zumbido devem ser mais valorizadas.

Savastano (2002) afirma que o zumbido ainda é um problema negligenciado na literatura pediátrica e otorrinolaringológica. Mesmo quando a criança não o menciona, ele pode causar alterações emocionais e comportamentais. Propõe um protocolo para investigação do zumbido em crianças, ressaltando a importância de uma anamnese clínica detalhada, testes audiométricos e medidas específicas para o zumbido.

Baguley e MacFerran (2002) descrevem que a experiência de zumbido na criança é tão freqüente como nos adultos, mas poucas parecem se incomodar. Entretanto, pode haver um sofrimento importante que necessite de abordagem terapêutica com equipe multidisciplinar, com linguagem adequada às crianças e com a participação dos pais.

Aust (2002) avalia a prevalência do zumbido em 1420 crianças que procuram atendimento em um centro para deficientes auditivos na Alemanha. A prevalência de zumbido é descrita em 102 crianças (7,2%) com

faixa etária de 5 a 16 anos (idade média $10,4 \pm 3,9$ anos), sendo 50% meninas e 50% meninos. Em 27 (26%), os limiares auditivos foram normais e em 75 crianças (73,5%) alterados (disacusia neurosensorial em 92% dos casos). Mesmo na presença de limiares audiométricos normais, várias crianças queixam-se de dificuldade na audição, solicitando prótese auditiva. Queixas vestibulares concomitantes foram relatadas em 24 crianças (23,5%), bem como problemas psicológicos em 7 (26%) das crianças normouvintes e em 5 (7,3%) daquelas com deficiência auditiva. Ressalta que em 60% dos casos, situações de pressão escolar e familiar desempenham um papel importante no desenvolvimento do zumbido. Conclui então que aspectos emocionais devem ser avaliados em crianças com zumbido.

Holgers e Svedlund (2003) estudam a prevalência e a severidade do zumbido em 274 estudantes entre 9 e 16 anos de idade, em ambiente escolar na Suécia. A avaliação, realizada por meio de questionários, aborda a presença de zumbido relacionado à exposição sonora, zumbido espontâneo e incômodo com o zumbido. A percepção do zumbido é relatada por 50% das crianças, sendo que em 16% o sintoma ocorre diária ou permanentemente. A percepção e o incômodo foram mais freqüentes entre as meninas bem como a presença de ansiedade e depressão. A associação de zumbido com ansiedade é observada em 35% das crianças e com depressão em 11%. Concluem que o zumbido pode ser um sintoma relacionado ao estresse, servindo como um marcador para distúrbios de ansiedade entre as crianças.

Holgers (2003) estuda 964 crianças com sete anos de idade (470 meninas e 494 meninos), avaliadas consecutivamente em um programa de

triagem auditiva. A perda auditiva foi considerada na presença de limiares maiores que 20 dB NA nas frequências de 0,5; 1; 2; 3; 4; 6; 8 kHz. As crianças foram submetidas à timpanometria e entrevista sobre zumbido, mas sem realização da otoscopia. Das crianças avaliadas, 120 (12%) percebem zumbido. Em 2,5% dos casos, o zumbido surgiu após exposição sonora. Perda auditiva não se correlacionou com a prevalência do zumbido nesta amostra e nenhuma diferença de gênero foi observada.

Holgers e Petterson (2005) avaliam fatores de risco ligados ao zumbido desencadeado após exposição sonora e zumbido espontâneo (não associado à exposição sonora) em 337 estudantes de 13 a 15 anos (49% meninos, 51% meninas) e 334 estudantes com 16 anos (63% meninos, 37% meninas). A pesquisa foi realizada por meio de questionários abordando percepção e incômodo com o zumbido, audição e exposição a ruído. Sintomas de depressão e ansiedade foram avaliados pela Escala Hospitalar de Depressão e Ansiedade (HAD). Em 356 crianças (53% da amostra total) ocorreu percepção do zumbido, associada ou não a exposição sonora, e o incômodo foi descrito em 185 crianças (27%). Os fatores de risco associados à percepção de zumbido após exposição sonora foram a história de diminuição temporária dos limiares auditivos e ter frequentado shows musicais e discotecas. Os fatores de risco para o zumbido espontâneo foram a história de perda auditiva (subjéctiva ou comprovada) de diminuição temporária dos limiares auditivos. Já entre as crianças que se sentem felizes e as que consideram fácil fazer amizades, o risco foi significativamente menor.

4 MÉTODOS

Este estudo e o termo de consentimento livre esclarecido foram inicialmente aprovados pela Comissão para Análise de Projetos de Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (CAPPEsq), sob protocolo no 248/03. Posteriormente, foram aprovados pela Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo na forma de Auxílio à Pesquisa (protocolo Fapesp 03/00574-5).

No período de setembro de 2002 a dezembro de 2003, a coleta de dados de um estudo transversal randomizado foi efetuada entre 13.000 crianças da rede pública e privada das escolas fundamentais de Lajeado, uma cidade de 64.133 habitantes no Rio Grande do Sul.

Das 15 escolas selecionadas, todas concordaram em participar, com autorização dos diretores nas escolas privadas e das autoridades municipais ou estaduais responsáveis.

No período de maio a agosto de 2002 foi realizado um projeto piloto entre 64 crianças para avaliar a confiabilidade dos questionários e a metodologia dos exames.

Constituíram critérios de inclusão:

- a) faixa etária entre 5 e 12 anos,
- b) matrícula regular na rede de ensino da cidade de Lajeado,

- c) consentimento oral para participar da pesquisa fornecido pela criança,
- d) consentimento por escrito fornecido pelos pais ou responsáveis.

Foram excluídas as crianças impossibilitadas, por qualquer motivo, de compreender as orientações fornecidas ou de realizar os procedimentos e aquelas que não compareceram às avaliações após três tentativas consecutivas.

4.1 Amostragem

4.1.1 Tamanho amostral

Baseado na suposição que a intolerância aos sons, especificamente a hiperacusia, é um evento de ocorrência esperada abaixo de 10%, foi necessário incluir pelo menos 500 crianças para manter uma margem máxima de erro de $\pm 2\%$ em um intervalo de confiança de 95%. Considerando o delineamento transversal, este tamanho amostral atinge poder estatístico adequado ($100 * (1-b) 80\%$) para testar associações de magnitude moderada ou maior (RP 3,0) entre potenciais variáveis preditoras e o desfecho.

4.1.2 Procedimento

A amostra foi selecionada em duas etapas utilizando a amostragem aleatória estratificada (Abramson, 2002). As unidades primárias foram todas as escolas na cidade ($n = 44$), as quais foram selecionadas utilizando probabilidade proporcional ao número de alunos. Para cada escola foi determinado um peso equivalente ao número de crianças matriculadas que obedeciam aos critérios de seleção do estudo. A proporção de crianças

entre a rede pública e privada era de 3:1. Então, 75% da amostra foi selecionada entre as escolas públicas.

As unidades secundárias foram os alunos nas escolas. Números proporcionais de crianças entre 5 a 12 anos, para as quais foram designados números de códigos, foram selecionados aleatoriamente.

4.1.3 Amostra

Das 13.000 crianças matriculadas, 700 crianças de 5 a 12 anos de idade selecionadas por randomização receberam um termo de consentimento informado para ser preenchido pelos pais ou responsáveis, já prevendo uma taxa de abstenção em torno de 25%. Destas, 516 (73%) devolveram o termo de consentimento devidamente preenchido e assinado, porém 10 crianças foram excluídas por demonstrarem apreensão com a avaliação ($n = 4$) ou por não comparecerem nas datas de avaliação após três tentativas ($n = 6$).

Portanto, a amostra final contou com 506 crianças, 47,4% do sexo feminino e 52,6% do masculino, com idade média de 9,46 anos.

4.2 Coleta dos Dados

4.2.1 Questionário aos pais ou responsáveis

Duas semanas antes da avaliação das crianças, foram enviados aos pais ou responsáveis uma carta explanatória sobre a pesquisa, o consentimento pré-informado (Anexo A) e um questionário (Anexo B) sobre as impressões dos pais em relação à intolerância aos sons entre eles e suas crianças, medicamentos em uso, número de episódios de otites nos últimos 12 meses e cirurgias otológicas. Após uma semana, as professoras recolheram o material e os questionários não foram lidos antes da entrevista com as crianças.

4.2.2 Entrevista

A entrevista sobre zumbido e intolerância aos sons (Anexo C) foi desenvolvida especialmente para esta pesquisa, com cuidado para que as crianças entendessem todas as questões. Amplo tempo foi dado para as respostas. As entrevistas foram conduzidas pela mesma pesquisadora e realizadas sempre da mesma forma.

4.2.3 Exame físico

Todas as otoscopias foram realizadas pela pesquisadora¹. O meato acústico externo foi observado e a remoção de cerúmen e debris foi realizada quando necessário. As membranas timpânicas foram avaliadas quanto à posição, aspecto, integridade, presença de tubo de ventilação e outros achados ocasionais (Anexo D).

4.2.4 Avaliação audiológica

Todos os testes auditivos (Anexo E) foram conduzidos pela mesma fonoaudióloga no ambiente escolar, em sala silenciosa em cabine acústica. As crianças somente foram avaliadas após entrevista e otoscopia. Os equipamentos utilizados foram: (a) cabine acústica portátil Vibrasom²; (b) audiômetro Interacoustics³, equipado com fone de ouvido⁴; (c) imitanciômetro Rexton-Danplex⁵. Ambos foram calibrados no início e no final da pesquisa (certificados 1250 e 3238, 1249 e 2422 respectivamente). Os exames foram obtidos na seguinte ordem:

a) Limiares tonais

Foram obtidos com som puro modulado (warble tone) por via aérea nas freqüências de 0,25; 0,5; 1, 2, 3, 4, 6 e 8 kHz por via óssea nas freqüências de 0,5, 1, 2, 3 e 4 kHz, quando os limiares aéreos foram > 15 dB NA, por meio de protocolo padrão (Carhart e Jerger, 1959).

b) Limiares de Desconforto (LD)

Como as instruções são determinantes no tipo e qualidade das respostas obtidas, (Beattie *et al.*, 1979; Bornstein e Musiek, 1993), as instruções propostas por Hawkins (1980) foram modificadas para se adequarem à faixa etária deste estudo.

¹ Otoscópio Heine modelo K100 CE

² Modelo VSA40

³ modelo AD28

⁴ TDH-39

⁵ Modelo ZA 28

Instruções

As crianças receberam a seguinte orientação antes da realização do exame:

“Você vai ouvir um barulho cada vez mais forte. Quando o barulho ficar muito forte e você não quiser mais ouvir, levante a sua mão”.

Os estímulos sonoros pulsáteis foram apresentados na seqüência de 1; 2; 4; 6; 8; 0,5; e 0,25 kHz, com duração de dois segundos e intervalo de um segundo entre cada apresentação. A intensidade inicial do estímulo foi de 50 dB NA, com incrementos de 5 dB até que a criança levantasse a mão ou referisse desconforto. A primeira orelha testada foi sempre a do lado direito. Após avaliação da orelha do lado esquerdo, foi realizado o reteste de ambas as orelhas na mesma seqüência. Foram selecionados os limiares do reteste.

c) Timpanometria e Pesquisa do Reflexo Acústico

A timpanometria foi utilizada como forma suplementar para identificar o tipo de perda auditiva (condutiva ou neurosensorial) e os resultados foram classificados como A, B ou C (Jerger, 1970). Para verificar a integridade das vias auditivas aferente e eferente foi utilizada a pesquisa do reflexo acústico (Oliveira e Oliveira, 1994).

4.3 Critérios para Análise dos Dados

4.3.1 Audiológicos

a) Classificação da Audiometria

A classificação seguiu os critérios de tipo e grau de perda auditiva propostos por Silman e Silverman (1997), com critério de 15 dB NA para normalidade entre as crianças (Anexo F).

b) Classificação dos Limiares de Desconforto

Como a literatura ainda não dispõe de dados sobre os Limiares de Desconforto em crianças, a faixa de normalidade na infância ainda não foi estabelecida. Trata-se de uma medida subjetiva e com algumas limitações técnicas previamente observadas no estudo piloto. Mesmo apresentando o estímulo sonoro no limite máximo do audiômetro, muitas crianças não referiram qualquer desconforto. Esta particularidade limita a obtenção da média e do desvio padrão dos limiares encontrados. Portanto, estabelecemos o percentil de 5% como faixa de corte sugestiva para alterações nos Limiares de Desconforto. Limiar de desconforto aos sons.

Nos casos em que a criança não apresentava qualquer desconforto aos estímulos sonoros no limite máximo da capacidade do audiômetro, para fim de alguns cálculos estatísticos consideramos um valor fictício de 5 dB NA acima do limite da intensidade do audiômetro para o limiar de desconforto em cada frequência (Tabela 1).

Tabela 1 - Limite da capacidade do audiômetro e limiares estipulados

Frequência do estímulo (kHz)	Limite máximo do audiômetro (dB NA)	Valor estipulado como limiar acima do limite máximo (dB NA)
0,25	110	115
0,50	120	125
1	120	125
2	120	125
3	120	125
4	120	125
6	120	125
8	100	105

4.3.2 Clínicos

Uma vez que ambos os sintomas estudados são subjetivos e que as crianças tendem a responder positivamente para agradar ao entrevistador (Stouffer *et al.* 1991), alguns critérios de rigor foram adotados para aumentar o grau de confiabilidade das respostas.

- a) Em relação à percepção dos sons

Incômodo com os sons:

Foi considerado presente nos casos de associação de:

- resposta positiva à pergunta “Você se incomoda com algum tipo de som?”
- descrição do tipo de som que provoca incômodo.

Desconforto com os sons

- presença de desconforto com pelo menos 10 dos 20 sons cotidianos apresentados na entrevista.

Hiperacusia

- presença de incômodo aos sons
- presença de desconforto com os sons
- limiar de desconforto aos sons no percentil de 5% em pelo menos uma frequência, em pelo menos uma orelha

Medo de sons

- foi considerada presente nos casos de resposta “sempre” ou “às vezes” à pergunta: “Você tem medo de sons?”

b) Em relação ao zumbido:

Sensação do zumbido

A sensação de zumbido só foi considerada presente nos casos de associação de:

- resposta positiva à pergunta: “Você escuta um barulhinho na sua cabeça ou nos seus ouvidos?”
- descrição do tipo do zumbido
- descrição da sua localização

Incômodo com o zumbido:

O incômodo com o zumbido só foi considerado presente nos casos de associação de:

- todos os critérios descritos acima para a sensação de zumbido
- resposta positiva ao incômodo pelo zumbido
- descrição das situações em que o incômodo ocorre

c) Em relação aos sintomas vestibulares:

Os sintomas vestibulares só foram considerados como presentes nos casos de associação de:

- resposta positiva à pergunta “Você sente tonturas?”
- resposta positiva à pergunta “Você sente tontura ou enjôo com algum brinquedo do parquinho?”

d) Em relação à cinetose:

A cinetose só foi considerada presente nos casos de resposta positiva à pergunta “Você sente enjôo / tontura / dor de barriga quando anda de carro ou de ônibus?”

e) Em relação à exposição ao ruído:

A exposição ao ruído foi considerada presente na ocorrência de:

- resposta positiva à pergunta “Alguma vez você esteve exposto a sons fortes ou explosões?”
- descrição do tipo de ruído

4.4 Armazenamento e Processamento dos Dados

Para a coleta dos dados deste estudo foram implementados quatro formulários eletrônicos. Os formulários foram estruturados da seguinte forma: (a) Informação dos responsáveis (Anexo B), (b) Entrevista com as crianças (Anexo C), (d) Avaliação otoscópica (Anexo D) e (e) Avaliação audiológica (Anexo E). Tabelas com dados normalizados foram previamente inseridos para garantir a uniformidade das informações. Por exemplo, código e nome das escolas, código e tipo de cirurgia etc. Todas estas informações compõem a ficha individual de cada sujeito pesquisado. Cada ficha individual foi diretamente armazenada na base de dados geral, contendo todas as informações das crianças (Figura 1). Os dados digitados nos formulários foram automaticamente enviados à base de dados, garantindo a precisão da informação final para análise estatística.

Registro: 508 Nome: Peter Data de Nascimento: 5/5/1995
 Sexo: masculino Cor: branca Lateralidade: destro
 ANAMNESE PMS ANAMNESE OTOSCOPIA AUDIO_A AUDIO_D

Data da entrevista: 17/9/2003

Entrevista | Questionário

Escola: CIEP Série: 3

Você escuta bem?

Você se incomoda com algum tipo de som/barulho? Qual? cães

Algum destes sons incomoda você?

recreio <input type="checkbox"/>	TV <input type="checkbox"/>	carro <input type="checkbox"/>	brinquedos <input type="checkbox"/>	foguetes <input type="checkbox"/>
barulho da quita <input type="checkbox"/>	rádio <input type="checkbox"/>	moto <input type="checkbox"/>	balões <input type="checkbox"/>	bombas <input type="checkbox"/>
gritos <input type="checkbox"/>	liquidificador <input type="checkbox"/>	caminhão <input type="checkbox"/>	apito <input type="checkbox"/>	trovão <input type="checkbox"/>
sinal da escola <input type="checkbox"/>	telefone <input type="checkbox"/>	ambulância <input type="checkbox"/>	instrumentos musicais <input type="checkbox"/>	cães <input type="checkbox"/>

Você já esteve exposto a sons fortes ou explosões?

Qual? não tem expo

Quando?

Você escuta um barulho dentro da sua cabeça? NÃO

Onde você ouve? não tem zumi

Como ele se parece? não tem zumi

Ele atrapalha ou incomoda você em alguma coisa?

Para que? não tem zumi

Você fica tonto ou sente enjão com algum brinquedo da praçinha? SIM

Você sente enjão, tontura, dor de cabeça ou dor de barriga quando anda de carro/ônibus? NÃO

Você tem tontura? ÀS VEZES

registro: 507 de 507

Figura 1 – Ficha Individual com os formulários eletrônicos

4.5 Análise Estatística

As análises estatísticas foram feitas por um estatístico profissional. O gerenciamento e a manipulação dos dados foram feitos em Access, Excel 2003 e SPSS v 12.0. As análises estatísticas foram realizadas no programa estatístico SAS⁶.

A associação entre sintomas e fatores de risco, incluindo variáveis demográficas, foi verificada com teste qui-quadrado convencional e com o teste de Fisher exato em caso de amostra dispersa com poucas observações por célula (Fleiss, 1981).

A regressão logística incondicional multivariada foi utilizada para identificar as variáveis que explicam a variação de resultado. Modelos multivariados finais foram criados utilizando um modelo saturado e eliminação manual tipo "backward". Covariantes com valores de $p > 0,1$ foram sendo retiradas dos modelos, com multicolinearidade sendo checada em paralelo.

Gráficos logit (log odds estimado) com variáveis contínuas foram utilizadas para checar linearidade. Foram calculados intervalos de confiança de 95% em torno da razão de odds (chance de ser positivo dividido pela chance de ser negativo), produzido pela regressão logística.

⁶ Version 9.1 ,SAS Institute, Inc., Cary, NC

5 RESULTADOS

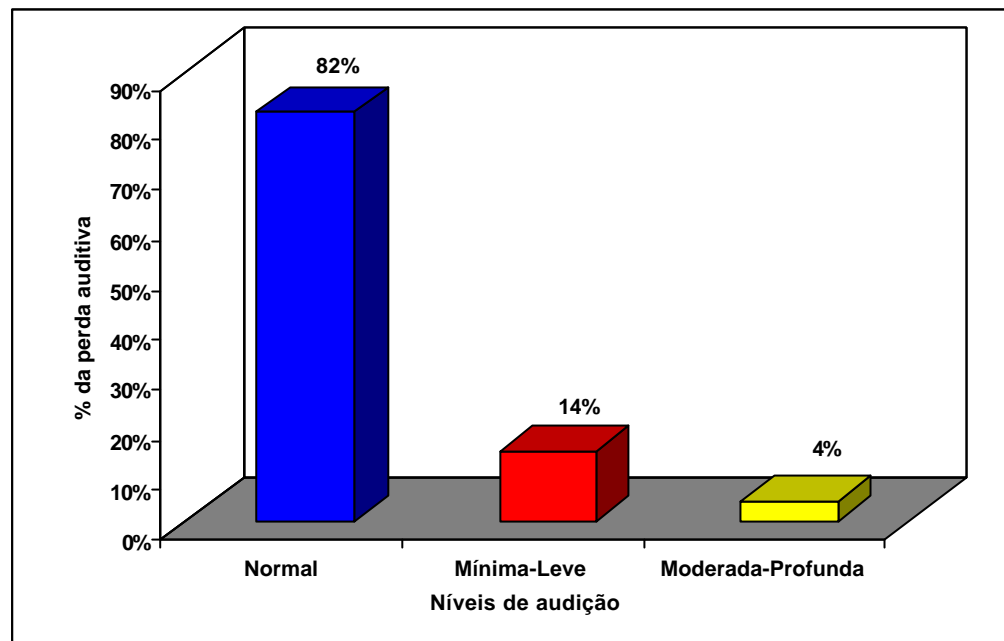
5.1 Características da Amostra

A amostra final contou com 506 crianças, sendo 266 (52,6%) meninos e 240 (47,4%) meninas. As idades variaram de 5 a 12 anos com média de 9,46 anos e desvio padrão de 2,09 anos. Destas, 86,2% eram da raça branca, 9,1% pardas e 4,7% da raça negra.

As escolas públicas (municipais e estaduais) contaram com 82,8% da amostra e as escolas privadas com 17,2%.

5.1.1 Avaliação auditiva

Ao serem interrogadas quanto à sensação da audição, 80% das crianças referiram escutar bem. O Gráfico 1 descreve os resultados da classificação da avaliação auditiva. Os dados completos obtidos na avaliação audiométrica e classificados conforme critérios citados anteriormente encontram-se descritos no Anexo F.

Gráfico 1 - Resultado da avaliação auditiva em três níveis

5.1.2 Limiar de desconforto aos sons

Em 23% dos casos ($n = 118$), os limiares foram testados até o limite máximo do audiômetro em todas as frequências, em ambas as orelhas, sem que qualquer desconforto fosse referido (Anexo G). Especificamente na frequência de 8 kHz, este fato ocorreu em cerca de 80% da amostra.

As meninas apresentaram uma média dos LD, significativamente menor que os meninos (Anexo H).

As crianças com queixa clínica de incômodo aos sons apresentaram médias significativamente menores do LD quando comparadas com as médias daquelas sem queixa (Anexo J).

Os resultados da avaliação dos Limiares de Desconforto aos Sons em dB NA nas frequências de 0,5; 0,25 1; 2 ; 4; 6 e 8 kHz com a classificação no percentil de 5% estão está descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Limiar de desconforto aos sons

Orelha	F (kHz)	Mín.	Máx.	Mediana	P 0,05
Direita	0,25	45	115	110	85
	0,50	50	125	115	90
	1	60	125	115	95
	2	60	125	115	95
	3	55	125	120	95
	4	45	125	120	95
	6	45	125	125	95
	8	45	105	105	90
Esquerda	0,25	50	115	110	85
	0,50	50	125	115	90
	1	50	125	115	95
	2	50	125	120	95
	3	50	125	120	95
	4	50	125	125	95
	6	45	125	125	95
	8	45	105	105	90

F = Freqüência; Mín. = Valor mínimo observado;

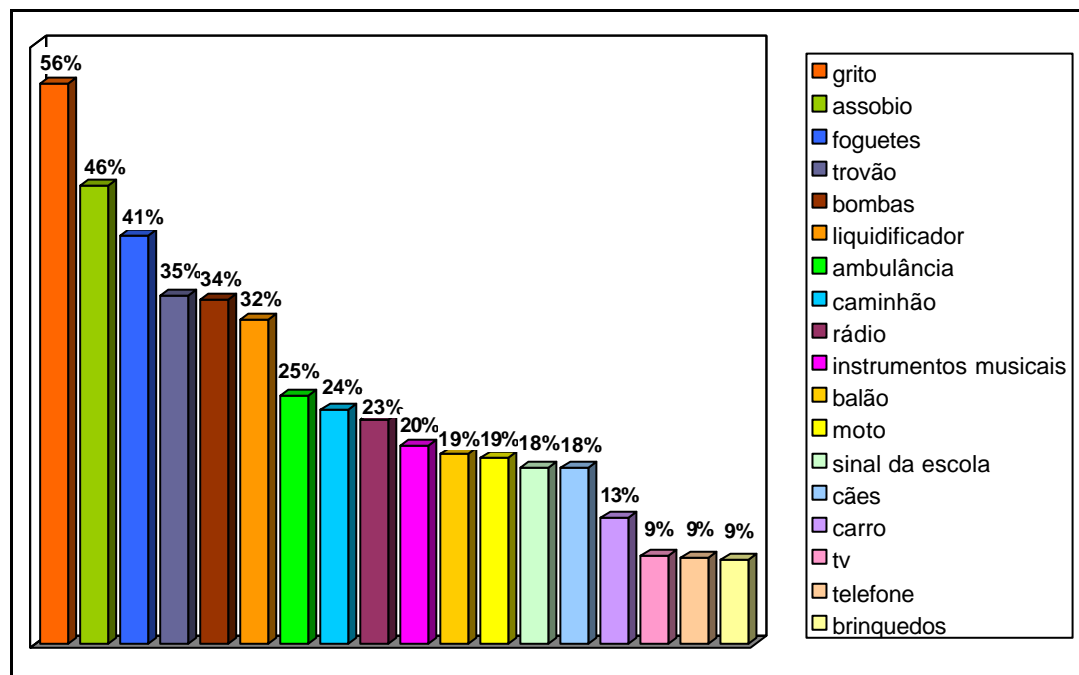
Máx = Valor máximo observado; p 0,05 = Percentil 5 %

5.1.3 Alteração na percepção dos sons

A queixa de incômodo com algum tipo de som foi referida por 46,0% das crianças.

Os sons do cotidiano, que foram respondidos positivamente como causadores de algum grau de incômodo quando diretamente questionados às crianças, são descritos por ocorrência no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Descrição dos sons do cotidiano causadores de incômodo



5.1.4 Classificação da hiperacusia

Os critérios utilizados para classificação da hiperacusia são descritos no fluxograma da Figura 2.

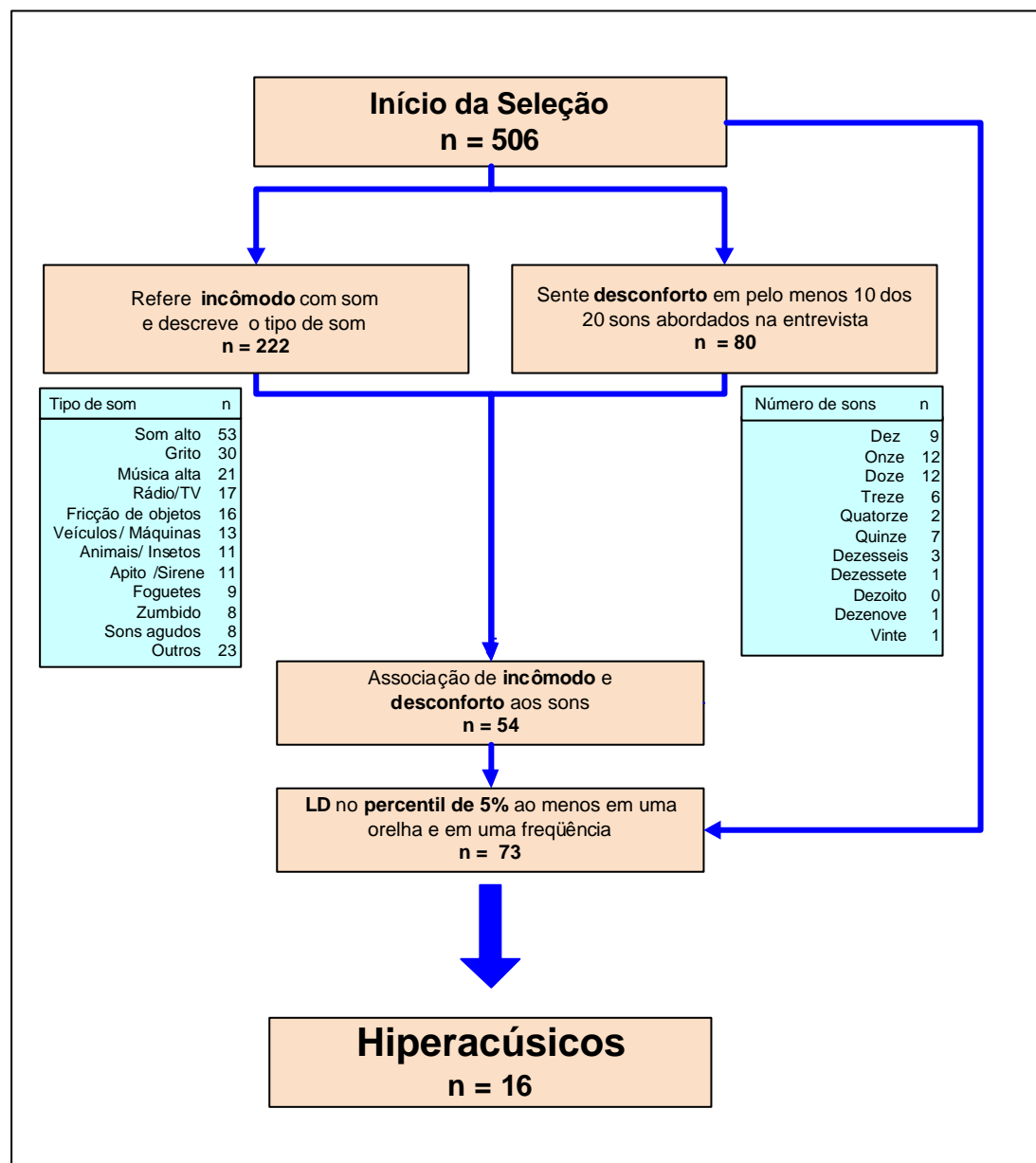


Figura 2 - Fluxograma demonstrando as etapas para classificação da hiperacusia

5.1.5 Impressão dos familiares

A percentagem de familiares que observaram alterações na percepção aos sons nas crianças foi de 17,2% (n = 87) e a percentagem que não soube informar foi de 5,9% dos casos (n = 30). Entre as crianças que referiram algum incômodo, apenas 22,3% dos pais indicam que os filhos são sensíveis ao som. Entre os hiperacúsicos, a sensação da sensibilidade aos sons foi citada por 31,3% dos pais.

5.1.6 Classificação do zumbido

O fluxograma da Figura 3 detalha as etapas utilizadas para a classificação da sensação e incômodo com o zumbido e os respectivos achados em cada critério.

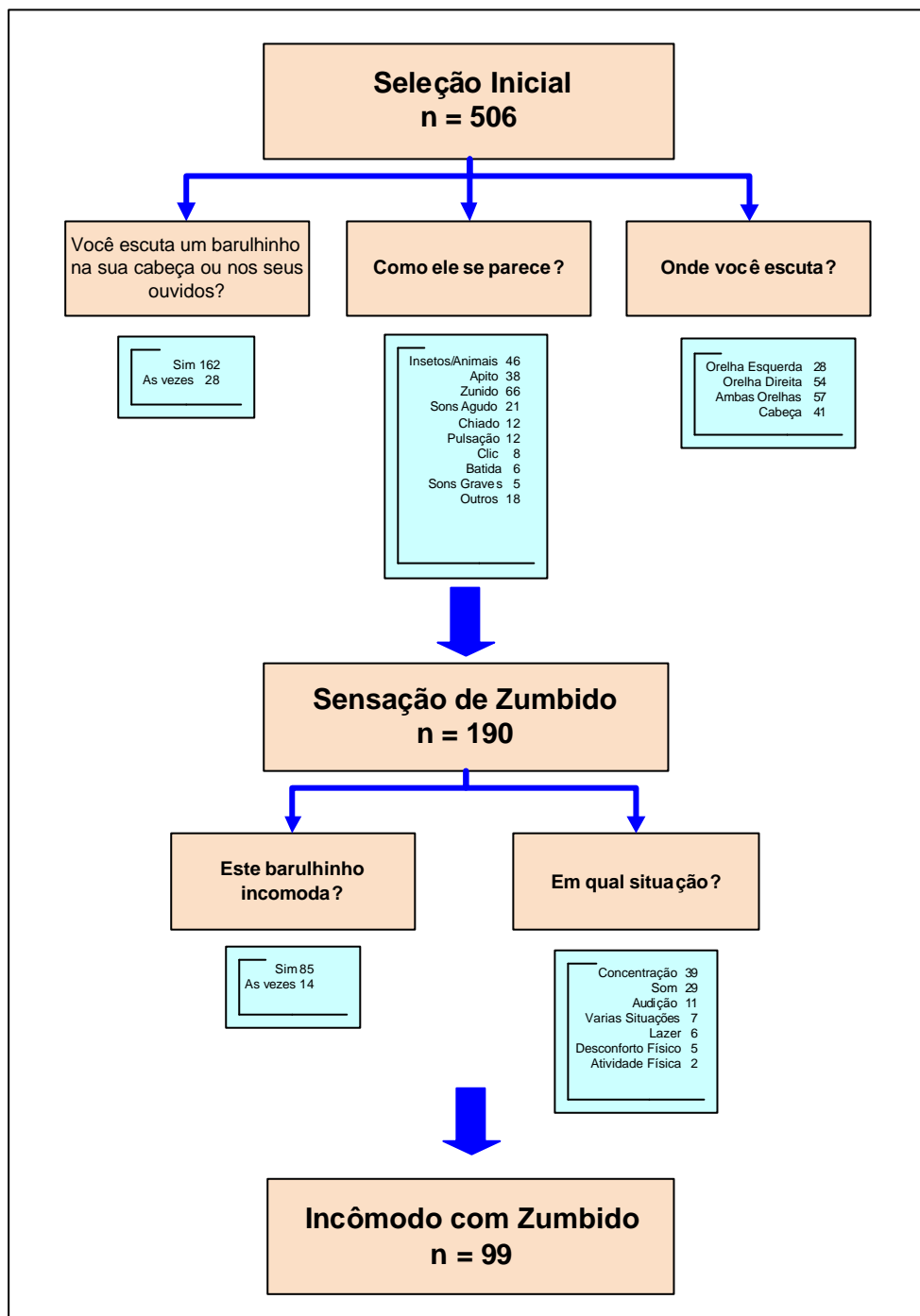


Figura 3 - Fluxograma demonstrando a classificação do zumbido

5.1.7 Fatores de risco

A Tabela 3 descreve a freqüência das características da amostra e os fatores de risco na população geral e nas crianças com sensação e incômodo com zumbido e hiperacúsicas.

Tabela 3 - Comparação dos achados encontrados nas crianças com diagnóstico positivo de sensações de zumbido, incômodo com zumbido e hiperacusia

Variável	Sensação de zumbido (n = 487)		Incômodo com zumbido (n = 485)		Hiperacúsicos (n = 499)	
	Amostra total	Positivo (%)	Amostra total	Positivo (%)	Amostra total	Positivo (%)
Idade	4 - 6	88 25 (28,4)	84 12 (14,3)	90 5 (5,6)	84 25 (28,4)	90 5 (5,6)
	7 - 10	254 100 (39,4)	252 44 (17,5)	261 8 (3,1)	252 44 (17,5)	261 8 (3,1)
	11 - 13	90 44 (48,9)	92 30 (32,6)	91 2 (2,2)	92 30 (32,6)	91 2 (2,2)
Gênero	Masculino	258 93 (36,1)	255 40 (15,7)	263 6 (2,3)	258 93 (36,1)	263 6 (2,3)
	Feminino	229 97 (42,4)	230 59 (25,7)	236 10 (4,2)	229 97 (42,4)	236 10 (4,2)
Cor da pele	Branco	419 165 (39,4)	421 88 (20,9)	429 15 (3,5)	419 165 (39,4)	429 15 (3,5)
	Negro	24 11 (45,8)	23 6 (26,1)	24 0 (0)	24 11 (45,8)	24 0 (0)
	Pardo	44 14 (31,8)	41 5 (12,2)	46 1 (2,2)	44 14 (31,8)	46 1 (2,2)
Preferência de mão para escrita	Canhoto	49 25 (51,0)	47 14 (29,8)	51 4 (7,8)	49 25 (51,0)	51 4 (7,8)
	Destro	437 165 (37,8)	437 85 (19,5)	447 12 (2,7)	437 165 (37,8)	447 12 (2,7)
	Ambidestro	1 0 (0)	1 0 (0)	1 0 (0)	1 0 (0)	1 0 (0)
Tipo de escola	Pública	401 163 (40,7)	401 86 (21,5)	412 15 (3,6)	401 163 (40,7)	412 15 (3,6)
	Privada	86 27 (31,4)	84 13 (15,5)	87 1 (1,2)	86 27 (31,4)	87 1 (1,2)

Continua

Continuação

Variável	Sensação de zumbido (n = 487)		Incômodo com zumbido (n = 485)		Hiperacúsicos (n = 499)	
	Amostra total	Positivo (%)	Amostra total	Positivo (%)	Amostra total	Positivo (%)
História de exposição ao ruído	Sim	47 (50,5)	94	33 (35,1)	95	5 (5,3)
	Não	137 (35,7)	381	62 (16,3)	393	11 (2,8)
	Sem resposta	6 (60,0)	10	4 (40,0)	11	0 (0)
História de otite nos últimos 12 meses (anamnese dos pais)	Sim	36 (38,3)	92	25 (27,2)	95	6 (6,3)
	Não	141 (38,4)	367	66 (18,0)	374	10 (2,7)
	Sem resposta	13 (50,0)	26	8 (30,8)	30	0 (0)
Alterações na orelha média	Ausente	154 (37,7)	407	79 (19,4)	419	12 (2,9)
	Presente	36 (46,8)	77	20 (26,0)	80	4 (5)
Seu filho já fez cirurgia nos ouvidos	Sim	9 (56,3)	16	4 (25,0)	18	0 (0)
	Não	174 (37,8)	459	91 (19,8)	469	16 (3,4)
	Sem resposta	7 (63,6)	10	4 (40,0)	12	0 (0)
Prevalência de sintomas vestibulares	Presente	58 (54,7)	107	35 (32,7)	108	5 (4,6)
	Ausente	55 (30,1)	179	22 (12,3)	183	3 (1,6)
	Não diagnosticado	77 (38,9)	199	42 (21,1)	208	8 (3,9)

Continua

Conclusão

Variável	Sensação de zumbido (n = 487)		Incômodo com zumbido (n = 485)		Hiperacúsicos (n = 499)		
	Amostra total	Positivo (%)	Amostra total	Positivo (%)	Amostra total	Positivo (%)	
História de exposição ao ruído	Sim	93	47 (50,5)	94	33 (35,1)	95	5 (5,3)
	Não	384	137 (35,7)	381	62 (16,3)	393	11 (2,8)
	Sem resposta	10	6 (60,0)	10	4 (40,0)	11	0 (0)
História de otite nos últimos 12 meses (anamnese dos pais)	Sim	94	36 (38,3)	92	25 (27,2)	95	6 (6,3)
	Não	367	141 (38,4)	367	66 (18,0)	374	10 (2,7)
	Sem resposta	26	13 (50,0)	26	8 (30,8)	30	0 (0)
Alterações na orelha média	Ausente	409	154 (37,7)	407	79 (19,4)	419	12 (2,9)
	Presente	77	36 (46,8)	77	20 (26,0)	80	4 (5)
Seu filho já fez cirurgia nos ouvidos	Sim	16	9 (56,3)	16	4 (25,0)	18	0 (0)
	Não	460	174 (37,8)	459	91 (19,8)	469	16 (3,4)
	Sem resposta	11	7 (63,6)	10	4 (40,0)	12	0 (0)
Prevalência de sintomas vestibulares	Presente	106	58 (54,7)	107	35 (32,7)	108	5 (4,6)
	Ausente	183	55 (30,1)	179	22 (12,3)	183	3 (1,6)
	Não diagnosticado	198	77 (38,9)	199	42 (21,1)	208	8 (3,9)

5.1.8 Fatores de risco associados

As variáveis associadas a fatores de risco para sensação de zumbido, incômodo e hiperacusia no modelo de regressão logística estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 - Regressão logística multivariada, após seleção "backward" com critério de inclusão alfa igual a 10%

Variáveis	Sensação de zumbido OR (95% CI)	Incômodo com zumbido OR (95% CI)	Hiperacúsicos OR (95% CI)
Idade	1,1 (1,06-1,3)	1,2 (1,1-1,4)	0,8 (0,6-1)
Sexo (masculino vs. feminino)	---	0,5 (0,3-0,9)	---
Perda auditiva, ouvido esquerdo			
ausente	---	---	referência
mínima leve	---	---	3,5 (1,2-10,8)
moderada/profunda	---	---	3,4 (0,4-30)
Perda auditiva - geral			
normal	referência	referência	
mínima/leve	1,8 (1,05-3)	2,4 (1,4-4,4)	---
moderada/profunda	0,5 (0,2-1,6)	1,1 (0,3-4,1)	---
História de exposição ao ruído (sim vs. não/não sabe)	1,8 (1,1-2,9)	2,8 (1,6-4,8)	---
Cinetose (presença vs. ausência)	1,8 (1,3-2,7)	---	---
Hiperacúsico (sim vs. não)	---	4,2 (1,4-12,6)	---

6 DISCUSSÃO

A intolerância aos sons e o zumbido são alterações na percepção dos sons: o primeiro ocorre em relação a sons externos e o segundo em relação a um som produzido dentro da via auditiva. Não podem ser vistos, tocados ou medidos objetivamente. Entretanto, podem afetar a vida daqueles que os percebem de forma intensa e às vezes dramática. Podem ser comparados à cefaléia ou tontura, que também implicam em diferentes etiologias que nem sempre podem ser esclarecidas com uma minuciosa investigação.

Para que a amostra estudada fosse representativa da população infantil, optamos por: a) realizar a pesquisa no próprio ambiente escolar, para garantir o acesso às crianças da faixa etária pré-determinada; b) selecionar as escolas públicas e privadas aleatoriamente, porém com probabilidade proporcional ao número de alunos; c) selecionar as crianças de cada escola aleatoriamente.

Como as crianças tendem a responder positivamente para agradar aos examinadores, a investigação de sintomas subjetivos na população infantil requer estratégias para minimizar os vieses de resultados. Portanto, adotamos inúmeros critérios de rigor e uma abordagem conservadora para não superestimar as prevalências.

A diferenciação entre a percepção da sensação de zumbido e do incômodo que esta sensação pode ocasionar foi estabelecida para podermos avaliar os casos em que o zumbido se torna uma enfermidade.

Além disso, a análise estatística também foi extremamente criteriosa, utilizando o Modelo de Regressão Logística Multivariada para verificar as associações dos possíveis fatores de risco com maior precisão, afastando fatores de confusão e interação.

Todos estes cuidados na seleção e avaliação dos resultados tornam este estudo singular na avaliação do zumbido e hiperacusia entre crianças. Assim, esta abordagem pode contribuir para a compreensão mais profunda do assunto e ser extrapolada para o cenário internacional.

Em uma ampla revisão de literatura, nenhum estudo foi encontrado sobre a prevalência de intolerância aos sons avaliando uma população geral de crianças. Em relação ao zumbido, apenas quatro estudos foram realizados em uma população escolar geral, com amostragem significativa, porém nenhum descreve a seleção e randomização da amostra. Nodar (1972), Stouffer *et al.* (1991) e Holgers (2003) avaliaram a presença de zumbido em crianças e adolescentes submetidos à triagem auditiva. Holgers e Petterson (2005) avaliaram fatores de risco ligados ao zumbido associado ou não a exposição sonora. A faixa etária examinada varia entre os estudos, o primeiro estudo examina indivíduos de 10 a 18 anos, o segundo de 7 a 10 anos, terceiro, apenas crianças de sete anos de idade e o quarto, crianças de 13 a 16 anos. No nosso estudo, a faixa etária selecionada visou garantir que as crianças pudessem conseguir realizar os exames estipulados.

6.1 Alteração na Percepção dos Sons

Classificação da intolerância aos sons

A intolerância aos sons apesar de já ter sido descrita em 33% das crianças com zumbido (Gabriels, 1995), ainda se limita a poucos estudos na literatura médica e audiológica sobre este assunto na infância. Classificar as respostas a um determinado som é uma situação complexa. Este determinado som pode ser percebido de acordo com sua qualidade como desconfortável, incomodativo, doloroso ou até amedrontador. Estas experiências podem ser julgadas ainda pela sua provável associação (se ocorrem isoladas ou associadas). Outro tipo de classificação está envolvido quando se avalia se um som conforme a sua intensidade, Assim ocorre na avaliação dos limiares de desconforto aos sons, que é uma medida física da intensidade sonora. Portanto, dependendo da abordagem utilizada para qualificar uma determinada resposta aos sons, diferentes resultados podem ser encontrados. A subjetividade dos sintomas associada a diferentes critérios de classificação é uma das explicações para tantas definições e conceitos diferentes neste campo de estudo.

6.1.1 Diagnóstico da Intolerância aos sons

Meyerson e Frank (1987) sugerem que o diagnóstico da intolerância a sons, especificamente na ausência de perda auditiva, requer uma bateria de testes audiológicos que deve incluir a pesquisa dos reflexos estapedianos, testes de incremento de intensidade e audiometria de altas frequências. Entretanto, como as diretrizes clínicas para investigação da intolerância aos

sons e os valores de referência para os limiares de desconforto aos sons na população infantil não são descritos, seguimos os critérios propostos por Sanchez *et al.* (1999) (Anari *et al.*, 1999; Sanchez *et al.*, 1999; Hazell *et al.*, 2002) em adultos. Estes autores sugerem que o diagnóstico de intolerância aos sons deve associar uma história clínica detalhada sugestiva e os resultados da pesquisa dos limiares de desconforto aos sons. Jastreboff (2002) também valoriza a entrevista detalhada com o paciente, pois a mesma já auxilia no diagnóstico diferencial das intolerâncias a som (hiperacusia, misofonia e fonofobia). Resultados obtidos em adultos mostraram que, na presença de anamnese sugestiva, os limiares de desconforto abaixo de 95 a 100 dB NA (Sanchez *et al.*, 1999; Hazell *et al.*, 2002) são fortemente sugestivos de hiperacusia.

Pela ausência de estudos em crianças, elaboramos uma anamnese específica para esta faixa etária e realizamos a pesquisa dos limiares de desconforto em toda a amostra. Adotamos também critérios mais conservadores para classificação da intolerância aos sons nesta população, principalmente em relação à hiperacusia, para não superestimar sua prevalência.

6.1.2 Diagnóstico da hiperacusia

A hiperacusia foi definida como presença de incômodo e desconforto aos sons associados às respostas do limiar de desconforto.

Os limiares de desconforto geralmente refletiram uma associação aos dados clínicos de intolerância aos estímulos sonoros. As crianças com queixa clínica ao incômodo com os sons apresentaram médias significativamente menores que as médias das crianças sem queixa. Entretanto, em alguns casos, as respostas foram discrepantes. Achados semelhantes são descritos em um estudo recentemente publicado por Sherlock e Formby (2005), entre adultos normo-ouvintes. Mesmo com esta limitação os autores concluem que uma simples estimativa dos limiares de desconforto é uma medida clínica eficiente para caracterização da percepção da intensidade sonora. Sugerem o uso deste exame como uma evidência clínica para uma percepção alterada aos sons de média e alta intensidade quando a resposta fica abaixo da faixa de normalidade. Ao classificarmos o percentil de 5% como faixa de corte, os valores estipulados para a normalidade nesta amostra foram: >85 dB NA em 0,25 kHz, > 90 dB NA em 0,5 kHz e > 95 dB NA nas frequências de 1 a 6 kHz. O critério do percentil 5% forneceu resultados comparáveis aos estudos em adultos realizados por Knobel (2003), que sugere uma faixa de normalidade entre 90 e 100 dB NA entre adultos jovens, e por Sanchez *et al.* (1999), Hazzel *et al.* (2002) e Sherlock e Formby (2005) que preconizam níveis menores de 95 a 100 dB NA para o diagnóstico da hiperacusia. Nossos resultados comprovam a sensibilidade do exame como um dos critérios diagnósticos para hiperacusia e também valoriza a importância de uma boa anamnese.

6.1.3 Prevalência da hiperacusia

Neste estudo populacional com os critérios diagnósticos previamente referidos, a prevalência de hiperacusia em foi de 3,2%, Infelizmente, os dados estatísticos disponíveis na literatura dificultam a comparação adequada de resultados por causa da diferença da população-alvo e dos instrumentos utilizados. Por exemplo, Klein *et al.*, 1990 estudaram crianças portadoras de Síndrome de Williams e classificaram a hiperacusia por um questionário enviado aos pais, sem realização de entrevista com as crianças e sem utilização do LD (prevalência de 95%), no grupo controle, a prevalência foi de 12%. Oen *et al.*, 1997, estudaram crianças portadoras de spina bífida, prevalência de 50%, controle, 10%. Rosenhall *et al.* (1999) e Khalfa *et al.* (2004) limitaram-se a crianças com autismo. Em relação aos instrumentos, Rosenhall *et al.*, 1999, classificaram a hiperacusia pela resposta a cliques de banda larga em intensidade de 80 dB NA, o que não consiste em um teste padrão (prevalência de 18%, grupo controle 0%) e Khalfa *et al.* (2004) utilizaram o LD com tons puros nas frequências 0,25; 0,5; 1; 2; 4 e 8 kHz, mas com valor de corte de 80 dB NA (prevalência de 63%, grupo controle 27%). A amostra foi sempre pequena, não randomizada e nenhum estudo obteve anamnese das crianças, considerando apenas a impressão dos pais. Apesar disso ser justificável pelo déficit inerente às populações avaliadas, nosso estudo demonstrou dissociação da percepção dos pais com o diagnóstico, pois a maioria dos familiares não reconhece a presença dos sintomas em seus filhos. Assim, todos estes quesitos aliados nos fazem questionar os resultados obtidos nos estudos anteriores.

A prevalência de crianças com medo dos sons (fonofobia) foi de 9,3%, ocorrendo de forma isolada em 3,5% ou em associação com a hiperacusia em 1,2%. Ao contrário dos adultos, que geralmente temem a exposição sonora por medo de perda auditiva Hazell *et al.* (2002), esta característica não é descrita nas crianças.

6.1.4 Fator de risco para hiperacusia

Perda Auditiva

A perda auditiva mínima/leve na orelha esquerda demonstrou ser um fator de risco para a hiperacusia com uma razão de odds de 3,5 (IC 95% :1, 2-10, 8). Podemos abordar este achado considerando dois aspectos:

a) Diminuição da aferência na via auditiva

A deprivação sensorial é um fator desencadeante de mudanças na plasticidade neuronal. Na via auditiva, uma diminuição do estímulo aferente pode promover um desequilíbrio entre as funções inibitórias e excitatórias da atividade neuronal (Salvi *et al.*, 2000; Kapfer *et al.*, 2002; Chang *et al.*, 2003; Kandler, 2004). A redução do *input* auditivo, especialmente nos casos de perda auditiva adquirida, pode desencadear um mecanismo compensatório de ganho na percepção da intensidade sonora. Formby *et al.* (2003) demonstram que a percepção da intensidade sonora aumenta após duas semanas de uso de protetor auricular. Este experimento demonstra como um mecanismo de plasticidade adaptativa é consistente com a modificação de um processo de controle de ganho. Portanto, a perda auditiva modificaria os sinais aferentes da via auditiva e promoveria uma adaptação funcional

com mudanças na codificação da intensidade sonora. Jastreboff e Hazell (1993) sugerem que a hiperacusia em indivíduos com redução da atividade eferente poderia levar a uma disfunção da capacidade modulatória do ganho central. O sistema auditivo permaneceria em alta sensibilidade, mesmo na presença de sons de moderada a alta intensidade, situação em que o controle de ganho deveria estar diminuído.

b) Disfunção no sistema eferente

Uma das funções do sistema eferente (Trato Olivo Coclear) inclui a modulação do ganho auditivo (Sahley *et al.*, 1997). Uma diminuição na capacidade de supressão das otoemissões acústicas em indivíduos hiperacúsicos foi descrita por Ceranic *et al.* (1998) e Collet *et al.* (1992), sugerindo disfunção do sistema eferente nestes pacientes. A lateralidade é um fator determinante na atividade do trato olivo-coclear (Khalifa *et al.*, 1998). Fávero *et al.* (2005) descrevem uma assimetria na supressão das otoemissões acústicas evocadas, sendo esta significativamente maior na orelha direita quando comparadas à orelha esquerda. Nosso achado de que a perda aditiva na orelha esquerda, (neste caso condutiva leve) está associada à hiperacusia pode ser resultado de uma menor supressão das emissões acústicas evocadas na orelha esquerda evidenciando uma redução na atividade do sistema eferente.

Entretanto, este resultado deve ser analisado com cautela, já que as evidências são embasadas nos dados de apenas uma criança. Como não encontramos crianças hiperacúsicas com perda auditiva unilateral direita, não temos dados para avaliar se este achado foi desencadeado pela

unilateralidade da perda, pela ação da lateralidade do sistema eferente ou ainda por uma combinação entre ambos. Este achado deve ser abordado em pesquisas futuras.

A perda auditiva das crianças hiperacúsicas foi do tipo condutivo em cinco crianças (41%) casos e neurosensorial em uma (8%), todas de grau leve. A presença de reflexos acústicos evocados precocemente foi observada apenas na criança com perda neurosensorial, confirmando que a hiperacusia não é sinônimo de recrutamento, como já observado em adultos (Goldstein e Shulman, 1996; Anari *et al.*, 1999 e Knobel, 2003).

6.2 Zumbido

A prevalência do zumbido na amostra foi de 37,5 % para sensação e de 19,6% para incômodo. Mills *et al.* (1986) foram os primeiros autores a utilizar esta classificação encontrando uma prevalência para sensação do zumbido em 29% e do incômodo de 9,6% em uma amostra pequena (n = 93), com faixa etária de 5 a 16 anos. Holgers e Petterson (2005) descrevem a prevalência da sensação do zumbido em 53 % e do incômodo em 27% em uma amostra de 671 crianças entre 13 e 16 de idade. Nossa estimativa de prevalência apresenta um valor aproximadamente na média dos achados entre os dois estudos.

6.2.1 Zumbido em crianças com audição normal

Encontramos uma prevalência da sensação zumbido em 37,7% e de incômodo do zumbido em 17,8% entre as crianças classificadas com audição normal. Comparando com os dados disponíveis na literatura em crianças com audição normal as prevalências descritas foram menores e variaram de 13% (Nodar, 1972; Holgers, 2003) a 6% Stouffer *et al.* (1991).

6.2.2 Zumbido em crianças com audição alterada

A prevalência da sensação de zumbido em crianças com avaliação auditiva alterada foi de 45% (50% leve-moderada e 23,5% severo-profunda) e do incômodo com o zumbido foi de 31% (33,8% mínimo-leve e 18,8% severo-profunda). Nodar (1972) descreve em 58,6% crianças com alteração auditiva; Stouffer (1991) 29 % (com critérios de rigor em 24%) e Holgers (2003) em 9%.

Ao compararmos nossos achados aos estudos que avaliam zumbido entre deficientes auditivos (Graham, 1981; Nodar e Lezak, 1984) observamos a mesma tendência nos resultados. A prevalência do zumbido é maior em crianças com perda auditiva leve quando comparado a crianças com perda auditiva moderada a profunda.

Encontramos varias limitações ao compararmos nossos resultados com os achados encontrados na literatura:

- Apenas quatro estudos avaliam a prevalência do zumbido em uma população geral de crianças, selecionadas em escolas regulares.
- A metodologia de pesquisa é diferente: Nodar (1972), Holgers (2003) e Holgers e Petterson (2005) avaliam por questionário e Stouffer *et al.* (1991) por meio de entrevista;

- A definição de zumbido difere entre os autores. Nodar (1972) utiliza “Você escuta um barulho nos seus ouvidos como chiado, zunido ou clique?”; Stouffer *et al.* (1991) “Você escuta um barulho na sua cabeça” também associando o tempo de cinco minutos para afastar um zumbido ocasional de um zumbido crônico; Holgers (2003) associa a percepção do zumbido à exposição sonora “Após ouvir a música ou outros sons com volume elevado você escuta um chiado ou outro tipo de barulho nos ouvidos mesmo após a música ou o som terem cessado?” ou “Você escuta um zunido, chiado ou outro tipo de barulho nos seus ouvidos tem ter antes escutado a música intensa ou outros sons?” e Holgers e Petterson (2005) “Com qual frequência você percebe o zumbido”, “Com qual frequência o zumbido causa incômodo?” “Quais são os seus pensamentos em relação ao zumbido?”

- As séries descritas não são randomizadas, as faixas etárias são diferentes entre os estudos, Nodar (1972) 10 a 18 anos, Stouffer *et al.* (1991) 7 a 10, Holgers (2003) sete anos e Holgers e Petterson (2005) 13 a 16 anos.

- A diferença entre sensação e incômodo com o zumbido somente foi abordada por Holgers e Petterson (2005).

- A metodologia da avaliação auditiva e os critérios para classificação dos limiares são diferentes.

Portanto, a disparidade de valores entre as prevalências destes estudos pode ser atribuída a estas diferenças. Faz-se necessário padronizar a metodologia com a mesma definição de zumbido e classificação para posteriores estudos epidemiológicos.

Diferenças comportamentais e de percepção também podem ter tido influência nas respostas dadas pelas crianças. Além disto, na análise dos nossos dados, devemos levar em consideração que estamos avaliando indivíduos com uma via auditiva em maturação.

6.2.3 Prevalência do zumbido nas crianças vs. prevalência nos adultos

Com a definição de zumbido também não é uniforme entre adultos (Davis e El-Rafaie, 2000), as taxas de prevalência descritas na literatura variam em função da definição adotada e da metodologia aplicada. Heller e Bergman (1953) descrevem a presença de alguma forma de zumbido em 94% dos indivíduos quando isolados em cabine anecóica. Graham e Newby (1962) ao reproduzirem o mesmo experimento encontram uma prevalência de zumbido em 40% de indivíduos normo-ouvintes. Levine *et al.* (2001) relatam sensação de zumbido em 55% dos indivíduos quando em ambiente silencioso. A maioria dos estudos epidemiológicos baseia a definição de zumbido como uma experiência percebida por mais de 5 minutos. As estimativas de prevalência variam de 25 a 44%, Leske (1981); 29%, Hinchcliffe (1961); 14.2%, Axelsson e Ringdahl (1989) a 10% Davis e El-Rafaie (2000).

Além das diferenças metodológicas e na definição de zumbido utilizada em nosso estudo devemos considerar que as discrepâncias encontradas nos resultados podem refletir:

- uma diferença comportamental entre adultos e crianças;
- processo de maturação da via auditiva.
- uma diferença no processo de habituação entre as duas populações.

Acreditamos que o zumbido é um sintoma prevalente entre as crianças e o fato de ser raramente mencionado contribui para o seu pouco conhecimento entre os profissionais da área. Não podemos entretanto, desconsiderar que o zumbido pode se tornar uma enfermidade entre algumas crianças, levando a limitações na sua vida escolar, familiar e afetiva.

6.2.4 Zumbido com queixa espontânea

Somente oito crianças (1,6%) descreveram espontaneamente incômodo com o zumbido. Este dado chama atenção, pois quando diretamente questionadas sobre a percepção do zumbido, aproximadamente 1/3 das crianças respondeu afirmativamente. Dados semelhantes são descritos por Nodar e Lezak (1984) e por Mills (1986), que relatam queixa espontânea em 3% das crianças. Estes achados confirmam as observações de Fowler e Fowler (1955) e Graham (1965) que afirmam que raramente as crianças se referem ao sintoma espontaneamente.

Várias hipóteses são levantadas para explicar esta dissociação entre as crianças:

- Dificilmente se referem a sintomas a não ser quando associados à dor (Graham, 1965).
- Apresentam a imagem corporal menos desenvolvida (Leonard *et al.*, 1983).
- Percebem o zumbido como uma experiência já existente (Mills e Cherry, 1984).
- Distraem-se facilmente pelo ambiente externo (Viani, 1989).
- Percebem sensações aurais como normais (Mills e Cherry 1984).
- Não percebem o significado médico do sintoma (Savastano, 2002).

Pelo fato das crianças raramente se referirem espontaneamente ao zumbido é fundamental abordá-lo diretamente. Entretanto, precisamos ter cuidado na forma como elaborar a anamnese, pois as crianças têm a tendência a responderem afirmativamente ao entrevistador para agradá-lo (Stouffer *et al.*, 1991). Uma vez diagnosticado o sintoma, deve-se proceder uma investigação completa. Também é de extrema importância abordar as possíveis preocupações que as crianças e familiares possam apresentar em relação ao zumbido.

6.2.5 Interferência do zumbido no cotidiano da criança

O grau de incômodo causado pelo zumbido, como já descrito por Graham (1965), é difícil de avaliar. Ainda não foram elaboradas formas objetivas de avaliação especificamente para estudo do zumbido entre as crianças. Não há, por exemplo, questionários ou tabelas análogo-visuais validadas para este fim na população pediátrica.

Nossa abordagem concentrou-se em investigar as possíveis situações do cotidiano na qual o zumbido poderia afetar as crianças. A avaliação do grau de incômodo não foi objetivo desta pesquisa.

As principais situações descritas foram: dificuldade na concentração (33%), no sono (24%) e na audição (9%). Também relatadas interferência no lazer, nas atividades físicas e associação a sintomas como tonturas e cefaléia. Estes achados também são citados por Martin e Snashall (1994) e Gabriels (1995). O comprometimento no desempenho escolar é citado por Drukier (1989) e Kentish *et al.* (2000). Não testamos objetivamente este fator entre as crianças deste estudo, mas a dificuldade de concentração evidentemente

pode prejudicar as tarefas escolares. As queixas são similares às descritas entre os adultos que procuram atendimento em estudo realizado no nosso meio (Coelho *et al.*, 2004). Pode-se concluir que o zumbido pode interferir a ponto de se tornar uma enfermidade também entre as crianças.

6.2.6 Fatores de risco associados à sensação e incômodo do zumbido

Idade

O risco da sensação e incômodo com o zumbido demonstrou-se progressivo com o aumento da idade. A cada ano de idade o risco aumenta 1,1 e 1,2 vezes respectivamente. Nodar (1972) descreve achado semelhante a observar que a incidência do zumbido aumenta progressivamente até os 13-14 anos de idade com um rápido declínio após. Hinchcliffe (1961) e Leske (1981) avaliam adultos jovens (18 a 24 anos) descrevem uma prevalência de 21% e 26,6 % respectivamente, declinando após os 65 anos de idade.

Também entre adultos, este fato é claramente demonstrado por (Hoffman e Reed, 2004), onde a prevalência do zumbido é progressiva, declinando gradativamente após um platô por volta dos 65 anos de idade. A abordagem por faixa etária também nos permite entender as diferenças entre os vários estudos epidemiológicos onde a prevalência média entre a população atinge valores menores.

Entre as crianças, uma possível explicação para o risco progressivo associado à idade poderia estar relacionada ao aumento na capacidade cognitiva ou então à exposição acumulativa a fatores de risco implicados na etiologia do zumbido como, por exemplo, a exposição ao ruído.

Gênero

Entre adultos, a maioria dos estudos epidemiológicos demonstra uma prevalência semelhante entre os gêneros ou um leve aumento nas taxas para o sexo feminino. Nondahl *et al.* (2002) em modelo de regressão logística multivariado demonstram chance de risco de 1,38 (razão de odds) vezes maior para ocorrência de zumbido entre as mulheres (IC 95%: 1,06-1,08). Nosso estudo as meninas apresentaram uma razão de odds de 0,5 (IC 95%: 0,3-0,9) de apresentarem incômodo com o zumbido quando comparadas aos meninos. Holgers e Svedlund (2003) descrevem uma prevalência aumentada do incômodo com o zumbido bem como uma maior prevalência de sintomas de depressão e ansiedade entre meninas.

Podemos levantar algumas hipóteses para explicar este achado:

- Meninas tendem a relatar mais sintomas que os meninos, incluindo aqueles ligados às doenças afetivas (Eley e Stevenson, 1999).
- Emissões otoacústicas espontâneas são mais freqüentes em mulheres (Burns *et al.*, 1992). A presença de otoemissões espontâneas é atribuída como uma possível etiologia do zumbido (Penner, 2000).
- Diferenças genéticas entre os gêneros na expressão de neurotransmissores com função na via auditiva, incluindo a serotonina (Weiss *et al.*, 2005).

Perda auditiva

A prevalência do zumbido entre crianças com deficiência auditiva demonstrou ser maior do que em crianças com audição normal. As crianças com limiares tonais classificados como perda auditiva mínima a leve apresentaram uma razão de odds de 1,8 (IC 95%: 1,05-3) para a sensação de zumbido e de 2,4 (IC 95%: 1,4-4,4) para o incômodo com o zumbido. As crianças classificadas com alterações nos limiares auditivos de grau mínimo a leve apresentaram Naquelas com deficiência auditiva moderada a severa, encontramos uma razão de odds de 0,5 (IC 95%:0,2-1,6) para a sensação de zumbido e de 1,1(IC 95%:0,3-4,1) para o incômodo com o zumbido. Os achados de zumbido na população pediátrica geral bem como os achados no nosso estudo evidenciam um menor risco de zumbido entre as crianças com limiares auditivos normais (Nodar, 1972; Stouffer *et al.*, 1991).

Entre crianças com deficiência auditiva o zumbido é mais prevalente nos indivíduos que apresentam menor grau de perda auditiva, Graham (1981), Mills e Cherry (1984) e Nodar e Lezak (1984) Estes estudos avalizam nosso achado.

Norena e Eggermont (2005) demonstram que mesmo uma deficiência auditiva de grau leve (limiares auditivos menores que 30 dB NA) pode induzir a reorganização do mapa tonotópico do córtex auditivo. Nosso achado onde a perda auditiva mínima/leve é um fator de risco para o zumbido é consistente com este estudo.

Exposição ao ruído

A história clínica de exposição ao ruído foi um fator de risco para a sensação e o incômodo com o zumbido com uma razão de odds de 1,8 (IC 95%=1.1-2.9) e 2,8 (IC 95%=1.6-4.8) respectivamente. Holgers e Petterson (2005) descrevem a associação da exposição sonora em shows e discotecas como fator de risco para a sensação de zumbido, também utilizando um modelo de regressão multivariado. Da mesma forma, a exposição a ruídos de impulso também apresenta associação significativa com o zumbido em modelos de regressão uni ou multivariados em adultos (Hoffman e Reed, 2004).

Segal *et al.* (2003) descrevem a prevalência de zumbido em 25% das crianças (n= 13) que procuram atendimento após terem sofrido trauma acústico por exposição a foguetes e brinquedos. Na nossa amostra a exposição a foguetes foi o ruído mais citado pelas crianças. Ele pode apresentar uma intensidade sonora de 145 a 165 dB NA a dois metros da explosão (Smootenburg, 1993). O risco de exposição a brinquedos com ruído excessivo tem sido alertado por Axelsson *et al.* (1981), Rytzner e Rytzner, (1981) e Axelsson e Jerson, (1985).

A reorganização do mapa tonotópico do córtex auditivo primário seguindo um trauma acústico é muito bem documentada (Robertson e Irvine, 1989; Rajan *et al.*, 1993; Eggermont e Komiya, 2000) e associada ao zumbido (Rauschecker, 1999; Norena *et al.*, 2002; Norena e Eggermont, 2003). Uma associação entre o excesso de exposição sonora, reorganização do mapa tonotópico cortical, mudanças na atividade neuronal espontânea e o zumbido

foi sugerida por Eggermont e Roberts (2004). Um estudo em animais recentemente publicado por Norena e Eggermont, (2005) demonstra que estimulação acústica quando iniciada imediatamente após a exposição a um trauma sonoro previne mudanças na tonotopia do córtex auditivo primário.

Todos estes achados reforçam a necessidade de programas educacionais sobre a exposição sonora em escolares não só abordando o risco de perda auditiva, mas também como um fator crucial na prevenção do zumbido. O diagnóstico precoce e o tratamento imediato da perda auditiva induzida por ruído pode ter uma séria importância nesta prevenção.

Cinetose

Cinetose é um fenômeno clínico que se manifesta por uma sensação de cansaço, fraqueza, palidez, hipersalivação, náuseas e vômitos desencadeados por locomoção passiva ou movimento do ambiente visual. Este fenômeno foi associado ao risco de sensação de zumbido apresentando uma razão de odds de 1,8 (IC 95%: 1,3-2,7). A cinetose foi associada à enxaqueca e a sintomas vestibulares em crianças por Uneri e Turkdogan (2003). Neuhauser *et al.* (2005) descrevem uma forte associação sintomas vestibulares e zumbido entre adultos. Infelizmente não encontramos dados em crianças para comparar nossos resultados. Possivelmente ambos os sintomas apresentem uma origem ou fisiopatologia comum entre as crianças.

Hiperacusia

A queixa de intolerância aos sons foi descrita em 30 % das crianças apresentando zumbido (Gabriels, 1995). A concomitância do zumbido e da hiperacusia entre adultos já tem um longo histórico de referências (Tyler e Conrad-Armes, 1983), atingindo prevalências que variam de 40% (Coles e Sood, 1988); Fabijanska *et al.*, 1999; Jastreboff e Jastreboff, 2000) a 60% (Andersson *et al.*, 2001). A hiperacusia foi sugerida como um “precursor” ao desenvolvimento do zumbido por Hazell e Sheldrake (1991) se agravando com o aparecimento do mesmo. Por outro lado, Andersson *et al.*, 1999 sugerem que o zumbido precede a hiperacusia e que esta aumenta em prevalência conforme a evolução do zumbido. Em nosso estudo, a hiperacusia demonstrou ser o maior fator de risco para o incômodo com o zumbido com uma razão de odds de 4.2 (IC 95% 1.4-12.6). Ao avaliarmos a presença do zumbido como um fator de risco para hiperacusia esta associação foi nula. Parece-nos evidente que uma criança apresentando uma percepção alterada a sons externos também possa ser incomodada pela presença de sons “internos”. Quando associados, provavelmente dividem um substrato fisiopatológico comum, o que não significa que a ocorrência do zumbido *per se* seja uma condição para o desenvolvimento da hiperacusia e vice-versa. Moller e Rolins (2002) demonstram que a estimulação do nervo mediano afeta significativamente a percepção de intensidade em crianças mas não em adultos. Os autores sugerem que este achado esteja relacionado ao envolvimento do sistema auditivo extra-lemíniscal nas crianças. Moller *et al.* (2006) hipotetizam que ocorra um redirecionamento da informação auditiva em indivíduos onde haja concomitância da hiperacusia,

fonofobia e zumbido severo. Esta alteração permitiria que a informação neuronal não processada atingisse a amígdala e o sistema límbico (reconhecido por sua ação no reflexo condicionado ao medo e processamento emocional) diretamente pela via subcortical através do tálamo. O alto risco encontrado para uma reação emocional negativa ao zumbido na presença de hiperacusia poderia estar relacionada a uma forma de expressão da atividade da via auditiva extraleminiscal.

Nossa pesquisa avalia pela primeira vez a associação entre zumbido e hiperacusia em um estudo populacional entre crianças.

7 CONCLUSÕES

A prevalência do zumbido e da hiperacusia refletem diretamente o critério para definição do sintoma. O incômodo com o zumbido demonstrou ser um fenômeno comum entre as crianças estudadas com uma estimativa de prevalência de 37,7% para sensação e de 17,8% para incômodo. Já a hiperacusia foi observada em 3,2% da amostra. Encontramos limitações ao compararmos nossos dados com outros estudos sobre hiperacusia e zumbido podendo ser atribuídas a diferenças na definição dos sintomas ou a diferenças metodológicas (amostras não randomizadas, faixas etárias diferentes).

Quanto à discrepância entre as prevalências da população de adultos, hipotetizamos serem atribuídas a diferentes fases no processo de maturação da via auditiva ou à diferença comportamental e cognitiva.

A perda auditiva na orelha esquerda foi um fator de risco para hiperacusia e a concomitância do zumbido nestes indivíduos foi de 50%. Idade, sexo feminino, perda auditiva, história de exposição ao ruído e hiperacusia foram fatores de risco para o incômodo com o zumbido.

A investigação da hiperacusia e do zumbido devem fazer parte da anamnese otorrinolaringológica entre as crianças. Sugerimos a obtenção de anamnese específica para os sintomas, dirigida à criança, além de

avaliação audiológica completa associada à pesquisa dos Limiares de Desconforto aos sons.

Programas de prevenção da exposição ao ruído em crianças também devem focar o zumbido como um dos problemas associados.

8 ANEXOS

Anexo A - Termo de consentimento livre e esclarecido

ESTUDO DE SENSIBILIDADE AUDITIVA EM CRIANÇAS

Algumas crianças apresentam maior sensibilidade aos sons do dia a dia, podendo se sentir muito incomodadas. Estamos realizando um estudo para descobrir com que frequência isto acontece em crianças de 5 a 12 anos matriculadas na rede de educação do município de Lajeado.

Nosso estudo é pioneiro nesta área e poderá contribuir para que este problema seja devidamente tratado. Para isto, precisamos de sua autorização para que seu filho responda um questionário sobre a sua audição, faça um exame médico dos ouvidos (com uma otorrinolaringologista) e um teste de audição (com uma fonoaudióloga). Esse teste tem 3 partes diferentes:

1. Audiometria: serve para saber o nível de audição de cada um. Demora cerca de 15 minutos. Não causa desconforto nem traz riscos à saúde.

2. Imitancimetria: mostra como está a pressão e o reflexo do ouvido médio. Demora 5 minutos, não causa dor e nem traz riscos à saúde. A criança sente apenas uma leve pressão no ouvido.

3. Limiar de desconforto: serve para saber em que volume os sons começam a incomodar a pessoa. Demora menos de 10 minutos e, apesar do nome, não traz riscos à saúde. Caso a criança se incomode com os sons emitidos pelo aparelho, o exame será interrompido.

Todas as pessoas que participarem da pesquisa, assim como os médicos que as acompanham poderão ter acesso, a qualquer momento, a informações sobre os procedimentos e os resultados dessa pesquisa. Caso os responsáveis desejem, as crianças podem desistir de participar do estudo a qualquer momento. Por outro lado, os indivíduos que quiserem conhecer os resultados desta pesquisa, receberão tais informações prontamente.

Todos os testes serão realizados na própria escola e são gratuitos. Com todos estes testes, seu filho saberá como está sua audição e receberá uma cópia dos resultados. A identidade da criança e todos os dados fornecidos por ele, assim como os resultados pessoais dos exames realizados serão confidenciais e sigilosos.

Caso você queira entrar em contato comigo a qualquer momento, ligue ou escreva:

Cláudia Couto de Barros Coelho (51) 37102610

Rua Júlio de Castilhos, 966, sala 207 - Lajeado, RS

Anexo B - Questionário enviado ao responsável

Nome do aluno.....Sexo : M () F ()

Data de nascimento...../...../.....

Endereço:Nº Apto:.....

Bairro:.....Cidade:

CEP:Telefone:.....

Escola:..... Série:.....

1) Você acha que seu filho é muito sensível a sons do dia a dia?

Sim () Não ()

2) Há algum som que seu filho não gosta?

Sim () Não () Qual?.....

3) Há algum som que seu filho acha doloroso?

Sim () Não () Qual?.....

4) Há algum som que é desconfortável para você, mas não para as outras pessoas?

Sim () Não () Qual?.....

5) Seu filho faz uso de remédios?

Sim () Não () Qual?.....

6) Seu Filho já fez cirurgia nos ouvidos?

Sim () Não () Qual?.....

7) Quantas infecções de ouvido seu filho teve nos últimos 12 meses?

Nenhum () Até 3 () Mais que 3

Termo de Consentimento

Declaro que, após convenientemente esclarecido pela pesquisadora e ter entendido o que me foi explicado, autorizo meu filho/filha a participar do presente Protocolo de Pesquisa.

Nome do responsável:

Grau de parentesco:

Lajeado, de de 200.

Assinatura do responsável

Assinatura do pesquisador

Anexo C - Entrevista com a criança

ANAMNESE			
Data:/...../.....			
..... Registro			
Nome do aluno.....			Idade:.....
Escola.....			Série:.....
Sexo	(1) Masculino	(2) Feminino	
Cor da pele	(1) Branca	(2) Negra	(3) Mista
LAT	(1) Canhoto	(2) Destro	(3) Ambidestro
Você escuta bem?			
(1) Sim	(2) Não	(99) Não sabe	
Você se incomoda com algum tipo de som?			
(1) Sim	(2) Não	(99) Não sabe	
Qual?			
ALGUM DESTES SONS INCOMODA VOCÊ?			
(1) Recreio	(8) Telefone	(16) Ambulância	
(2) Barulho da sala de aula	(9) Brinquedos	(17) Foguete	
(3) Gritos	(10) Balões	(16) Bombinhas	
(4) Sineta	(11) Apitos	(17) Trovão	
(5) Rádio	(12) Carros	(18) Cães latindo	
(6) TV	(13) Motos	(19) Instrumentos musicais	
(7) Liquidificador	(14) Caminhões	(20) Assobio	
Alguma vez você esteve exposto a sons fortes ou explosões?			
(1) Sim	(2) Não	(99) Não sabe	
Qual?			
Você escuta um barulhinho dentro da sua cabeça/ouvidos?			
(1) Sim	(2) Não	(99) Não sabe	
Como ele se parece?			
Onde você escuta?			
(1) OE	(2) OD	(3) Cabeça	(99) Não sabe
Ele atrapalha você em alguma coisa?			
(1) Sim	(2) Não	(99) Não sabe	
Em que?.....			
Você sente tontura?			
(1) Sim	(2) Não	(99) Não sabe	
Você sente tontura/ enjôo com algum brinquedo do parquinho?			
(1) Sim	(2) Não	(99) Não sabe	
Você sente enjôo/ tontura/ dor de barriga quando anda de carro/ônibus?			
(1) Sim	(2) Não	(99) Não sabe	
ANOTAÇÕES:.....			
.....			

QUESTIONÁRIO SOBRE DESCONFORTO AOS SONS

O som deixa você bravo e/ou irritado?

(1) Nunca (2) Às vezes (3) Sempre

O som da sala de aula atrapalha na concentração durante as tarefas?

(1) Nunca (2) Às vezes (3) Sempre

O som chateia você durante brincadeiras e jogos?

(1) Nunca (2) Às vezes (3) Sempre

O som nas festas de aniversário incomoda você?

(1) Nunca (2) Às vezes (3) Sempre

Você deixa de ir a lugares por causa do som?

(1) Nunca (2) Às vezes (3) Sempre

Você costuma tapar os ouvidos por causa de sons altos ou desagradáveis?

(1) Nunca (2) Às vezes (3) Sempre

Você tem dor nos ouvidos por causa de sons altos e desagradáveis?

(1) Nunca (2) Às vezes (3) Sempre

Você foge de sons altos /desagradáveis?

(1) Nunca (2) Às vezes (3) Sempre

Você tem medo de sons?

(1) Nunca (2) Às vezes (3) Sempre

Anexo D - Otoscopia

Nome: Data: / /

	ORELHA			
	DIREITA		ESQUERDA	
Conduto auditivo externo				
Normal	od1	1 (sim) 2 (não)	oe1	1 (sim) 2 (não)
Rolha de cerum	od2	1 (sim) 2 (não)	oe2	1 (sim) 2 (não)
Secreção	od3	1 (sim) 2 (não)	oe3	1 (sim) 2 (não)
Estenose	od4	1 (sim) 2 (não)	oe4	1 (sim) 2 (não)
Aspecto da MT				
Normal	od5	1 (sim) 2 (não)	oe5	1 (sim) 2 (não)
Opaca	od6	1 (sim) 2 (não)	oe6	1 (sim) 2 (não)
Vascularização aumentada	od7	1 (sim) 2 (não)	oe7	1 (sim) 2 (não)
Hiperemia	od8	1 (sim) 2 (não)	oe8	1 (sim) 2 (não)
Blue ear drum	od9	1 (sim) 2 (não)	oe9	1 (sim) 2 (não)
Posição da Membrana				
Normal	od0	1 (sim) 2 (não)	oe10	1 (sim) 2 (não)
Retraída	od1	1 (sim) 2 (não)	oe11	1 (sim) 2 (não)
Abaulada	od2	1 (sim) 2 (não)	oe12	1 (sim) 2 (não)
Bolsa de Retração	od13	1 (sim) 2 (não)	oe13	1 (sim) 2 (não)
Integridade				
Normal	od4	1 (sim) 2 (não)	oe14	1 (sim) 2 (não)
Perfuração central	od15	1 (sim) 2 (não)	oe15	1 (sim) 2 (não)
Perfuração marginal	od16	1 (sim) 2 (não)	oe16	1 (sim) 2 (não)
Perfuração atical	od17	1 (sim) 2 (não)	oe17	1 (sim) 2 (não)
Tubo de Ventilação	od18	1 (sim) 2 (não)	oe18	1 (sim) 2 (não)
Outros:				
.....				

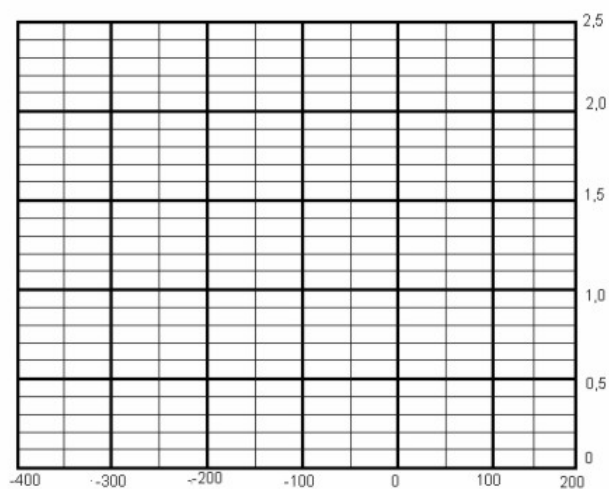
Anexo E - Avaliação auditiva

Nome:..... Data...../...../.....

AUDIOMETRIA E LIMIAR DE DESCONFORTO

Orelha Direita									Orelha Esquerda								
0,25	0,5	1	2	3	4	6	8	kHz	0,25	0,5	1	2	3	4	6	8	
								VO									
								VA									
								LD									

TIMPANOMETRIA



PESQUISA DO REFLEXO ACÚSTICO

Orelha Direita					Orelha Esquerda			
Lim	Con	Dif	IPSI	Freq	Lim	Con	Dif	IPSI
				500				
				1000				
				2000				
Sonda OE					Sonda OD			

Anexo F - Classificação e resultados da audiometria

Critérios e procedimentos para classificação do grau de perda auditiva nas frequências baixas e médias (500, 1000 e 2000 Hz) e nas frequências altas (3000 e 4000 Hz), de acordo com Silman e Silverman (1997)

Critério	Determinação da média com base em 1, 2 ou 3 frequências
Frequências baixas e médias	
1 Se a diferença entre o limiar de 500 e 2000Hz = 20dB	Média das 3 frequências
2 Se a diferença entre o limiar de 500 e 2000Hz > 20dB, e não há diferença > 20dB entre as duas piores frequências	Média das 2 frequências piores
3 Se a diferença entre o limiar de 500 e 2000Hz > 20dB e há diferença > 20dB entre as duas piores frequências	Média entre as piores frequências e a inter-oitava das duas piores frequências
Frequências altas	
1 Se a diferença entre o limiar de 2000 e 4000Hz = 20dB	Considerar o limiar de 4000 Hz
2 Se a diferença entre o limiar de 2000 e 4000Hz > 20dB	Média dos limiares de 3000 e 4000 Hz

Classificação do grau de perda auditiva de acordo com Silman e Silverman (1997)

dB NA	Grau
-10 dB a 15 dB	Audição normal
16 dB a 25 dB	Perda mínima
26 dB a 40 dB	Leve
41 dB a 55 dB	Moderada
56 dB a 70 dB	Moderada / Severa
71 dB a 90 dB	Severa
> 91 dB	Profunda

Classificação da Avaliação Auditiva da Amostra

Grau da perda auditiva Geral*)	n	%
Normal	411	81,9
Normal/Mínima	45	9,0
Normal/Leve	2	0,4
Mínima/Normal	13	2,6
Mínima/Leve	7	1,4
Mínima/Moderada	1	0,2
Leve/Normal	5	1,0
Leve/Moderada	7	1,4
Leve/Moderada-severa	1	0,2
Moderada	3	0,6
Moderada-severa	1	0,2
Severa/Profunda	2	0,4
Profunda	4	0,8
Total	502	100,0

Anexo G - Classificação em percentis (5 a 95%) dos Limiares de Desconforto aos Sons em dBNA nas frequências (F) de 0,5; 0,25 1; 2 ; 4; 6 e 8 kHz

F kHz	M	D.P.	Mín	Máx	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95		
					85	90	95	100	105	105	105	105	105	105	105	110	110	110	110	110	110	115	115	115	115
D	0,25	106,94	9,97	45	115	85	90	95	100	105	105	110	110	110	110	110	115	115	115	115	115	115	115	115	
	0,5	113,16	11,98	50	125	90	95	100	105	110	110	110	115	115	115	120	120	120	125	125	125	125	125	125	
	1	114,72	10,35	60	125	95	100	105	105	110	110	110	115	115	115	120	120	120	125	125	125	125	125	125	125
	2	114,54	10,82	60	125	95	100	105	105	105	110	110	115	115	115	120	120	120	125	125	125	125	125	125	125
	3	115,62	11,33	55	125	95	100	105	105	110	110	115	115	120	120	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
	4	116,54	11,34	45	125	95	100	105	105	110	115	115	120	120	120	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
	6	118,43	10,78	45	125	95	100	105	110	115	120	120	124	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
	8	102,81	6,10	45	105	90	100	100	100	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
E	0,25	107,13	9,84	50	115	85	95	100	100	105	105	110	110	110	110	110	115	115	115	115	115	115	115	115	
	0,5	112,94	12,16	50	125	90	95	100	105	105	105	110	110	115	115	120	120	120	125	125	125	125	125	125	
	1	114,29	11,38	50	125	95	100	100	105	105	110	110	110	115	115	120	120	125	125	125	125	125	125	125	125
	2	114,56	12,15	50	125	95	100	100	105	105	110	110	115	115	120	120	125	125	125	125	125	125	125	125	125
	3	115,82	12,23	50	125	95	100	105	105	110	110	115	115	120	120	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
	4	116,78	11,66	50	125	95	100	105	105	110	115	115	120	120	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
	6	117,71	11,62	45	125	95	100	105	110	110	118	120	120	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
	8	102,38	6,75	45	105	90	100	100	100	102,5	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105

D= Orelha Direita, E= Orelha Esquerda, M=Média, D.P. = Desvio Padrão, Mín=Valor mínimo, Máx= Valor máximo

Anexo H - Média dos Limiares de Desconforto

Em função do gênero

Frequência (kHz)	Sexo	n	LDL		p	
			Média	Erro-padrão		
OD	0,25	Masculino Feminino	264 237	108,13 105,61	0,56 0,70	0,005
	0,50	Masculino Feminino	264 237	115,32 110,76	0,68 0,81	< 0,001
	1	Masculino Feminino	264 237	116,50 112,74	0,60 0,69	< 0,001
	2	Masculino Feminino	264 237	116,02 112,89	0,63 0,73	0,001
	3	Masculino Feminino	264 237	117,29 113,76	0,65 0,77	0,001
	4	Masculino Feminino	264 237	117,95 114,96	0,63 0,79	0,003
	6	Masculino Feminino	264 237	119,79 116,92	0,60 0,76	0,003
OE	0,25	Masculino Feminino	264 237	108,31 105,80	0,55 0,69	0,005
	0,50	Masculino Feminino	264 237	115,15 110,49	0,70 0,81	< 0,001
	1	Masculino Feminino	264 237	116,29 112,07	0,63 0,79	< 0,001
	2	Masculino Feminino	264 237	116,44 112,47	0,69 0,83	< 0,001
	3	Masculino Feminino	264 237	117,48 113,97	0,68 0,86	0,001
	4	Masculino Feminino	264 237	118,43 114,94	0,64 0,83	0,001
	6	Masculino Feminino	264 237	118,88 116,41	0,65 0,82	0,019

p=nível mínimo de significância do Teste t

Em função da queixa clínica:

Frequência (kHz)	Queixa	n	LDL		p	
			Média	Erro-padrão		
OD	0,25	Sim	250	105,04	0,70	< 0,001
		Não	249	108,94	0,52	
	0,50	Sim	250	110,94	0,82	< 0,001
		Não	249	115,50	0,66	
	1	Sim	250	112,94	0,69	< 0,001
		Não	249	116,55	0,60	
	2	Sim	250	112,74	0,72	< 0,001
		Não	249	116,43	0,63	
	3	Sim	250	113,82	0,77	< 0,001
		Não	249	117,51	0,64	
	4	Sim	250	114,60	0,78	< 0,001
		Não	249	118,55	0,63	
	6	Sim	250	116,62	0,76	< 0,001
		Não	249	120,32	0,57	
OE	0,25	Sim	250	105,12	0,70	< 0,001
		Não	249	109,24	0,50	
	0,50	Sim	250	110,46	0,83	< 0,001
		Não	249	115,54	0,67	
	1	Sim	250	111,66	0,79	< 0,001
		Não	249	117,01	0,60	
	2	Sim	250	111,96	0,84	< 0,001
		Não	249	117,23	0,65	
	3	Sim	250	113,00	0,85	< 0,001
		Não	249	118,76	0,64	
	4	Sim	250	114,56	0,84	< 0,001
		Não	249	119,06	0,59	
	6	Sim	250	115,78	0,84	< 0,001
		Não	249	119,66	0,60	

p=nível mínimo de significância do Teste t

9 REFERÊNCIAS

Abramson JH. Cross-sectional studies. In Detels R, Mcewen J, Beaglehole R, Tanaka H. *Oxford textbook of public health*. 4 ed. New York: Oxford University Press, 2002. Disponível em: <<http://pco.ovid.com/lrppco/index.html>>. Acesso em: 18 mai. 2003.

Anari M, Axelsson A, Eliasson A, Magnusson L. Hypersensitivity to sound--questionnaire data, audiometry and classification. *Scand Audiol*. 1999; 28(4):219-30.

Andersson G, Lindvall N, Hursti T, Carlbring P. Hypersensitivity to sound (hyperacusis): a prevalence study conducted via the Internet and post. *Int J Audiol*. 2002; 41(8):545-54.

Andersson G, Lyttkens L, Larsen HC. Distinguishing levels of tinnitus distress. *Clin Otolaryngol Allied Sci*. 1999; 24(5):404-10.

Andersson G, Vretblad P, Larsen HC, Lyttkens L. Longitudinal follow-up of tinnitus complaints. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2001; 127(2):175-9.

Arnold R, Yule W, Martin N. The psychological characteristics of infantile hypercalcaemia: a preliminary investigation. *Dev Med Child Neurol.* 1985; 27(1):49-59.

Aust G: Tinnitus in childhood. *Int Tinnitus J.* 2002; 8(1):20-6.

Axelsson A, Jerson T, Danielsson K, Lindquist A. Noisy toys--a risk of hearing injuries? *Lakartidningen.* 1984; 81(45):4162-6.

Baguley DM, McFerran DJ. Current perspectives on tinnitus. *Arch Dis Child.* 2002; 86(3):141-3.

Beattie RC, Edgerton BJ, Gager DW: Effects of speech materials on the loudness discomfort level. *J Speech Hear Disord.* 1979; 44(4):435-58.

Bornstein SP, Musiek FE: Loudness discomfort level and reliability as a function of instructional set. *Scand Audiol.* 1993; 22(2):125-31.

Burns EM, Arehart KH, Campbell SL. Prevalence of spontaneous otoacoustic emissions in neonates. *J Acoust Soc Am.* 1992; 91(3):1571-5.

Carhart R, Jerger J F. Preferred method for clinical determination of pure-tone threshold. *J Speech Hear Disord.* 1959; 24:330-45.

Ceranic BJ, Prasher DK, Luxon LM. Presence of tinnitus indicated by variable spontaneous otoacoustic emissions. *Audiol Neurootol.* 1998; 3(5):332-44.

Coelho CB, Sanchez T G, Bento RF. Características do zumbido em pacientes atendidos em serviço de referência. São Paulo. Arq Fund Otorrinolaringol. 2004; 8(3):216-24.

Coles RRA, Sood SK. Hyperacusis and phonophobia in tinnitus patients. *Brit. J. Audiol.* 1988; 22:228.

Collet L, Veuillet E, Berger-Vachon C, Morgon A. Evoked otoacoustic emissions: relative importance of age, sex and sensorineural hearing-loss using a mathematical model of the audiogram. *Int J Neurosci.* 1992; 62(1-2):113-22.

Davis A, El-Rafaie E. Epidemiology in tinnitus. In: Tyler R. (ed.). *Tinnitus Handbook*. San Diego: Singular, 2000. p. 1-23.

Druker GS. The prevalence and characteristics of tinnitus with profound sensori-neural hearing impairment. *Am Ann Deaf.* 1989; 134(4):260-4.

Eggermont JJ, Komiya H. Moderate noise trauma in juvenile cats results in profound cortical topographic map changes in adulthood. *Hear Res.* 2000; 142(1-2):89-101.

Eggermont JJ, Roberts LE. The neuroscience of tinnitus. *Trends Neurosci.* 2004; 27(11):676-82.

Einfeld SL, Tonge BJ, Florio T. Behavioral and emotional disturbance in individuals with Williams syndrome. *Am J Ment Retard.* 1997; 102(1):45-53.

Eley TC, Stevenson J. Exploring the covariation between anxiety and depression symptoms: a genetic analysis of the effects of age and sex. *J Child Psychol Psychiatry*. 1999; 40(8):1273-82.

Fabijanska A, Rogowski M, Bartnik G, Skarzynski H. Epidemiology of tinnitus and hyperacusis in Poland. In Sixth International Tinnitus Seminar. Edited by Hazell JWP. Cambridge, UK, THC, London, UK, 1999, pp 569–71.

Fávero ML, Sanchez TG, Bento RF, Nascimento AF. Laterality of medial olivocochlear bundle: the influence of the central nervous system. *Arq Otorrinolaringol*. 2005; 9(4):300-4.

Fleiss JL. *Statistical methods for rates and proportions*. 2^a ed. John Wiley and Sons: New York; 1981.

Formby C, Sherlock LP, Gold SL. Adaptive plasticity of loudness induced by chronic attenuation and enhancement of the acoustic background. *J Acoust Soc Am*. 2003; 114(1):55-8.

Fowler EP, Fowler EP Jr. Somatopsychic and psychosomatic factors in tinnitus, deafness and vertigo. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1955; 64(1):29-37.

Gabriels, P. Children with tinnitus. In: V International Tinnitus Seminar, 1995, Portland. Proceedings. Portland: American Tinnitus Association. p. 270-4.

Goldstein B Shulman A. Tinnitus - Hyperacusis and the Loudness Discomfort Level Test - A Preliminary Report. *Int Tinnitus J*. 1996; 2:83-89.

Graham J, Butler J. Tinnitus in children. *J Laryngol Oto.* 1984; Suppl 9:236-41

Graham J. Tinnitus aurium. *Acta otolaryng.* 1965; Suppl.202: 24-6.

Graham J. Tinnitus in hearing-impaired children. In Hazell JWP (ed). *Tinnitus.* London: Churchill Livingstone, 1987. p 131- 43.

Graham JM. Paediatrics tinnitus. *J Laryngol Otol.* 1979; 4:114-20.

Graham JM. Tinnitus in children with hearing loss. *Ciba Found Symp.* 1981; 85:172-92.

Graham JT, Newby HA. Acoustical characteristics of tinnitus. An analysis. *Arch Otolaryngol.* 1962; 75:162-7.

Hawkins DB. Loudness discomfort levels: a clinical procedure for hearing aid evaluations. *J Speech Hear Disord.* 1980; 45(1):3-15.

Hazell J, Sheldrake J, Graham RL. Decreased sound tolerance: predisposing factors, triggers and outcomes after TRT. In: VII International Tinnitus Seminar, 2002, Fremantle. Proceedings Perth: UniPrint, 2002. p. 255-61.

Hazell J, Sheldrake J. Hyperacusis and tinnitus, in V International Tinnitus Seminar. Edited by Aran J, Dauman R. Bordeaux, France, Kugler Publications, 1991, pp 245-48.

Hazell J. Tinnitus. In: Scott-Brown W. Disease of the ear, nose and throat, (4^a ed), Butterworths Scientific Publications: London. 1979; v. 2, p 81-91.

Heller MF, Bergman M. Tinnitus aurium in normally hearing persons. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1953; 62(1):73-83.

Hinchcliffe R. Prevalence of the commoner ear, nose, and throat conditions in the adult rural population of Great Britain. A study by direct examination of two random samples. *Br J Prev Soc Med*. 1961; 15:128-40.

Hoffman H, Reed G. Epidemiology of tinnitus. Snow J. (ed.) Tinnitus theory and management Decker: London, 2004. Cap. 3, p 16-41.

Holgers K; Svedlund C. Tinnitus in childhood. *J Psychosom Res*. 2003; 55(2):135.

Holgers KM, Pettersson B. Noise exposure and subjective hearing symptoms among school children in Sweden. *Noise Health*. 2005; 7(27):27-37.

Holgers KM. Tinnitus in 7-year-old children. *Eur J Pediatr*. 2003; 162(4):276-8.

Jastreboff P, Jastreboff M. Tinnitus retraining therapy (TRT) as a method for treatment of tinnitus and hyperacusic patients. *J Am Acad Audiol*. 2000; 11(3):156-61.

Jastreboff PJ, Hazell JW. A neurophysiological approach to tinnitus: clinical implications. *Br J Audiol*. 1993; 27(1):7-17.

Jastreboff PJ, Jastreboff MM. Hyperacusis. *Audiology Online*, 18 jun. 2001. Disponível em: <<http://audiologyonline.com/newroot/resources/ceu/showclass.cfm?ClassID=70>>.

Acesso em: 5 out. 2001.

Jastreboff PJ. Hyperacusis in children. *Audiology Online*, 20 mai. 2002.

Disponível em:

<<http://www.audiologyonline.com/audiology/newroot/askexpert/displayquestion.asp?id=91>>. Acesso em: 20 set. 2002.

Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol*. 1970; 92(4):311-24.

Kentish RC, Crocker SR, McKenna L. Children's experience of tinnitus: a preliminary survey of children presenting to a psychology department. *Br J Audiol*. 2000; 34(6):335-40.

Khalfa S, Bruneau N, Roge B, Georgieff N, Veuille E, Adrien JL, Barthelemy C, Collet L. Increased perception of loudness in autism. *Hear Res*. 2004; 198(1-2):87-92.

Khalfa S, Veuille E, Collet L. Influence of handedness on peripheral auditory asymmetry. *Eur J Neurosci*. 1998; 10(8):2731-7.

Klein AJ, Armstrong BL, Greer MK, Brown FR 3rd. Hyperacusis and otitis media in individuals with Williams syndrome. *J Speech Hear Disord*. 1990; 55(2):339-44.

Knobel KAB. Nível de desconforto para sensação de intensidade em adultos jovens com audição normal. [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2003.

Lashkari A, Smith AK, Graham JM Jr. Williams-Beuren syndrome: an update and review for the primary physician. *Clin Pediatr (Phila)*. 1999; 38(4):189-208.

Leonard G, Black F, Schramm V. Tinnitus in children. In Bluestone CD, Stool SE (eds). *Pediatric otolaryngology*. Philadelphia: W B Saunders; 1983. p 271-7.

Leske M. Prevalence estimates of communicative disorders in the U.S. Language, learning and vestibular disorders. *ASHA*. 1981; 23(3), 229-37.

Levine RA, Abel M, Cheng H. CNS somatosensory-auditory interactions elicit or modulate tinnitus *Eptl Brain Res*. 2003; 153: 643-8.

Martin K, Snashall S. Children presenting with tinnitus: a retrospective study. *Br J Audiol*. 1994; 28(2):111-5.

Martin ND, Snodgrass GJ, Cohen RD. Idiopathic infantile hypercalcaemia--a continuing enigma. *Arch Dis Child*. 1984; 59(7):605-13.

Menkes J, Sarnat H. Malformations of the central nervous system. In Menkes J, Sarnat H. (eds). *Child Neurology*. Publisher: Lippincott Williams & Wilkins, 2000. p 305-24.

Meyerson MD, Frank RA. Language, speech and hearing in Williams syndrome: intervention approaches and research needs. *Dev Med Child Neurol.* 1987; 29(2):258-62.

Miani C, Passon P, Bracale AM, Barotti A, Panzolini N. Treatment of hyperacusis in Williams syndrome with bilateral conductive hearing loss. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2001; 258(7):341-4.

Mills RP, Albert DM, Brain CE. Tinnitus in childhood. *Clin Otolaryngol Allied Sci.* 1986; 11(6):431-4.

Mills RP, Cherry JR. Subjective tinnitus in children with otological disorders. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 1984; 7(1):21-7.

Moller AR, Rollins PR. The non-classical auditory pathways are involved in hearing in children but not in adults. *Neurosci Lett.* 2002; 319(1):41-4.

Moller AR. Hyperactive disorders of the auditory system. In Moller AR (ed.). *Hearing: its physiology and pathophysiology*: Elsevier, 2006. [in press]

Neuhauser HK, von Brevern M, Radtke A, Lezius F, Feldmann M, Ziese T, Lempert T. Epidemiology of vestibular vertigo: a neurotologic survey of the general population. *Neurology.* 2005;65(6):898-904.

Nodar N. Tinnitus aurium in school age children: a survey. *J Aud Res,* 1972; 12:133-35.

Nodar RH, Lezak MHW. Paediatric tinnitus: a thesis revisited. *J Laryng Otol.* 1984; 9(suppl.):234-5.

Nondahl DM, Cruickshanks KJ, Wiley TL, Klein R, Klein BE, Tweed TS. Prevalence and 5-year incidence of tinnitus among older adults: the epidemiology of hearing loss study. *J Am Acad Audiol.* 2002; 13(6):323-31.

Norena A, Micheyl C, Chery-Croze S, Collet L. Psychoacoustic characterization of the tinnitus spectrum: implications for the underlying mechanisms of tinnitus. *Audiol Neurootol.* 2002; 7(6):358-69.

Norena AJ, Eggermont JJ. Changes in spontaneous neural activity immediately after an acoustic trauma: implications for neural correlates of tinnitus. *Hear Res.* 2003; 183(1-2):137-53.

Norena AJ, Eggermont JJ. Enriched acoustic environment after noise trauma reduces hearing loss and prevents cortical map reorganization. *J Neurosci.* 2005; 25(3):699-705.

Oen JM, Begeer JH, Staal-Schreinemachers AI, Tijmstra T. Hyperacusis in children with spina bifida; a pilot-study. *Eur J Pediatr Surg.* 1997; 7(Suppl 1):46.

Oliveira JAA, Oliveira TMF. **Avaliação da audição.** In: Costa SS, Cruz OL, Oliveira JAA (org.). *Otorrinolaringologia princípios e práticas.* Porto Alegre: Artes Médicas, 1994. Vol. 1, p. 79-97.

Penner MJ. Spontaneous otoacoustic emissions and tinnitus. In: Tyler R (ed). *Tinnitus handbook*. San Diego: Singular, 2000. p. 203-20.

Rajan R, Irvine DR, Wise LZ, Heil P. Effect of unilateral partial cochlear lesions in adult cats on the representation of lesioned and unlesioned cochleas in primary auditory cortex. *J Comp Neurol*. 1993; 338(1):17-49.

Rauschecker JP. Auditory cortical plasticity: a comparison with other sensory systems. *Trends Neurosci*. 1999; 22(2):74-80.

Robertson D, Irvine DR. Plasticity of frequency organization in auditory cortex of guinea pigs with partial unilateral deafness. *J Comp Neurol*. 1989; 282(3):456-71.

Rosenhall U, Nordin V, Sandstrom M, Ahlsen G, Gillberg C. Autism and hearing loss. *J Autism Dev Disord*. 1999; 29(5):349-57.

Rytzner B, Rytzner C. Schoolchildren and noise. The 4 kHz dip-tone screening in 14391 Schoolchildren. *Scand Audiol*. 1981; 10(4):213-6.

Sahley TL, Musiek FE, Nodar RH. Naloxone blockade of ϵ pentazocine-induced changes in auditory function. *Ear Hear*. 1997; 17(4):341-53.

Sanchez TG, Pedalini MEB, Bento RF. Hiperacusia: artigo de revisão. *Arq Fund Otorrinolaringol*. 1999; 3(4):184-8.

Santos AOP. Hipersensibilidade auditiva: hiperacusia, fonofobia e recrutamento [dissertação]. São Paulo, Faculdade de Fonoaudiologia, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2000.

Savastano M. A protocol of study for tinnitus in childhood. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2002; 64(1):23-7.

Segal S, Eviatar E, Lapinsky J, Shlamkovitch N, Kessler A. Inner ear damage in children due to noise exposure from toy cap pistols and firecrackers: a retrospective review of 53 cases. *Noise Health.* 2003; 5(18):13-8.

Sherlock LP, Formby C. Estimates of loudness, loudness discomfort, and the auditory dynamic range: normative estimates, comparison of procedures, and test-retest reliability. *J Am Acad Audiol.* 2005; 16(2):85-100.

Silman S, Silverman CA. Basic Audiologic testing. In: Silman S, Silverman CA. *Auditory diagnosis-principles and applications.* San Diego: Singular; 1997. p 38-58.

Smootenburg GF. Risk of noise-induced hearing loss following exposure to Chinese firecrackers. *Audiology.* 1993; 32(6):333-43.

Stouffer J, Tyler R, Booth J, Buckrell B. Tinnitus in normal-hearing and hearing-impaired children In: IV International Tinnitus Seminar, 1991, Bordeaux. Proceedings. Amsterdam/New York: Kugler Publications. p. 255-58. 2005.

Tyler RS, Conrad-Armes D. The determination of tinnitus loudness considering the effects of recruitment. *J Speech Hear Res.* 1983; 26(1):59-72.

Uneri A, Turkdogan D. Evaluation of vestibular functions in children with vertigo attacks. *Arch Dis Child.* 2003; 88(6):510-1.

Viani LG. Tinnitus in children with hearing loss. *J Laryngol Otol.* 1989; 103(12):1142-5.

Weiss LA, Abney M, Cook EH Jr, Ober C. Sex-specific genetic architecture of whole blood serotonin levels. *Am J Hum Genet.* 2005; 76(1):33-41.

Wisnik JM. Som, ruído e sentido. In: autores. O som e o sentido. 2º ed. São Paulo: Editora Schwarcz; 1999. Cap. 1, p. 15-68

* De acordo com:
Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias da FMUSP.* Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia A.L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de S. Aragão, Suelly C. Cardoso, Valéria Vilhena. 2ª ed. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2005.
Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of journals Indexed in Index Medicus.*