Maíne Botasso

Teleaudiometria como método de triagem em escolares

Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina da Universidade de São Paulo para a
obtenção do título de Mestre em Ciências

Programa de Ciências da Reabilitação
Área de Concentração: Comunicação Humana
Orientadora: Profa. Dra. Alessandra Giannella
Samelli

São Paulo

2014

Maíne Botasso

Teleaudiometria como método de triagem em escolares

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Programa de Ciências da Reabilitação
Área de Concentração: Comunicação Humana.
Orientadora: Profa. Dra. Alessandra Giannella Samelli

São Paulo

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

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

©reprodução autorizada pelo autor

Botasso, Maíne

Teleaudiometria como método de triagem em escolares / Maíne Botasso. --
São Paulo, 2014.

Dissertação(mestrado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Programa de Ciências da Reabilitação. Área de concentração: Comunicação
Humana.

Orientadora: Alessandra Giannella Samelli.

Descritores: 1.Telemedicina 2.Promoção da saúde 3.Audiometria 4.Triagem
5.Saúde escolar 6.Software 7.Criança 8.Assistência à saúde

USP/FM/DBD-053/14

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, **Laércio e Eloiza**, sempre presentes, que me apoiaram, me ajudaram e me encorajaram durante todos estes anos.

Ao meu irmão e à minha cunhada, **André e Alexandra**, que, mesmo distantes, me incentivaram para a conclusão desta obra.

À minha orientadora, **Profa. Dra. Alessandra Giannella Samelli** que, carinhosamente, sempre contribuiu com seu conhecimento e disponibilidade para que todas as etapas pudessem ser cumpridas.

AGRADECIMENTOS

À querida **Fga. Dra. Seisse Gabriela Gandolfi Sanches**, a qual sempre me auxiliou durante a coleta de dados e nas orientações, inclusive durante a banca de qualificação.

Às alunas do curso de Fonoaudiologia, estagiárias supervisionadas pela Fga. Dra. Seisse Gabriela Gandolfi Sanches, que realizaram a imitanciometria de todas as crianças.

Às Fgas. Dras. e às alunas da graduação que executaram as avaliações completas das crianças encaminhadas para o CDP-FOFITO.

À toda a equipe da **E.E Clorinda Danti**, em especial à diretora **Rosana Osso de Miranda**, a qual contribuiu imensamente para todas as etapas da coleta de dados.

Às Professoras **Dra. Eliane Schochat** e **Dra. Renata Mota Mamede Carvalho**, as quais participaram da banca de qualificação e contribuíram para o aperfeiçoamento deste trabalho.

À **Fga. Vanessa Montagnoli**, que gentilmente contribuiu com sua pesquisa para aprimoramento da minha dissertação.

Ao **Prof. Dr. Ricardo Bento Ferreira**, que autorizou a aplicação do software em escolares.

À Fundação Otorrinolaringologia, representada pela administração de **Adriana Fozzati**, que sempre intermediou todas as necessidades para a adaptação do software para aplicação em crianças.

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

Referências: adaptado do *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão 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 Fazanelli Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3ª ed. – São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2011.

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

SUMÁRIO

Lista de abreviaturas, siglas e símbolos

Lista de figuras

Lista de quadros

Lista de tabelas

Resumo

Summary

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	7
2.1 OBJETIVO GERAL.....	8
2.2 Objetivos Específicos.....	8
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
3.1 Um breve histórico: Programa Quem Ouve Bem, Aprende Melhor.....	10
3.2 Triagem e Validade Diagnóstica dos Testes.....	11
3.3 Triagem Audiométrica por Varredura.....	14
3.4 Triagem Imitanciométrica.....	16
3.5 Telessaúde/ eSaúde.....	18
3.5.1 Telessaúde/ eSaúde em Audiologia.....	22
3.5.2 Teleaudiologia e Teleaudiometria.....	25
3.6 Sistema de Banco de Dados.....	27
4. MÉTODOS.....	31
4.1 Casuística.....	32
4.2 Caracterização do local da coleta de dados.....	33
4.3 Materiais.....	35
4.3.1 Meatoscopia.....	35
4.3.2 Triagem por Teleaudiometria.....	36

4.3.3 Audiometria Tonal Convencional e Triagem Audiométrica por Varredura.....	37
4.3.4 Medição de ruído.....	38
4.3.5 Imitanciometria.....	39
4.4 Procedimentos.....	40
4.4.1 Meatoscopia.....	40
4.4.2 Triagem por Teleaudiometria.....	41
4.4.3 Gerenciamento dos Dados.....	46
4.4.4 Audiometria Tonal Convencional.....	46
4.4.5 Triagem Audiométrica Por Varredura.....	47
4.4.6 Imitanciometria (Timpanometria e Pesquisa dos Reflexos Acústicos).....	47
4.5 Critérios de análise para os testes realizados.....	48
4.6 Análise Estatística.....	50
 5. RESULTADOS.....	 52
5.1 Caracterização da Amostra.....	53
5.2 Audiometria convencional – comparação por sexo.....	56
5.3 Imitanciometria – comparação por sexo.....	57
5.4 Audiometria por varredura – comparação por sexo.....	58
5.5 Teleaudiometria – comparação por sexo.....	59
5.6 Habilidade diagnóstica de Teleaudiometria e da Audiometria por varredura.....	60
5.7 Concordância entre os resultados da Teleaudiometria e da Audiometria por varredura.....	62
5.8 Habilidade diagnóstica da Teleaudiometria aplicada em série ou em paralelo com a Imitanciometria.....	63
 6. DISCUSSÃO.....	 67
6.1 Considerações sobre o <i>software</i> para teleaudiometria.....	69
6.2 Caracterização da amostra e comparação entre os sexos.....	71
6.3 Habilidade diagnóstica da Teleaudiometria e da Audiometria por varredura.....	73

6.4 Concordância entre os resultados da Teleaudiometria e da Audiometria por varredura.....	79
6.5 Habilidade diagnóstica da Teleaudiometria aplicada em série ou em paralelo com a Imitanciometria.....	79
7. CONCLUSÃO.....	85
8. ANEXOS.....	87
9. REFERÊNCIAS.....	93

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ANSI	American National Standards Institute
ASHA	American Speech-Language-Hearing Association
CAPPesq	Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa
CFFa	Conselho Federal de Fonoaudiologia
daPa	Decapascal
dB	Decibel
dB(A)	Decibel escala A
dBNA	Decibel nível de audição
DP	Desvio padrão
FMUSP	Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
FORL	Fundação Otorrinolaringologia
GB	Gigabyte
GHz	Gigahertz
HD	Hard Disk
Hz	Hertz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Intervalo de Confiança
IEC	International Electrotechnical Commission
JCIH	Joint Committee on Infant Hearing
kHz	Quilohertz
km	Quilômetro
km ²	Quilômetro quadrado

LIF	Laboratório de Investigação em Fonoaudiologia
MB	Megabyte
ml	Mililitros
ms	Milisegundos
NASA	National Aeronautics and Space Administration
OD	Orelha direita
OE	Orelha esquerda
OMC	Otite Média Crônica
SUS	Sistema Único de Saúde
TANU	Triagem Auditiva Neonatal Universal
VPP	Valor Preditivo Positivo
VPN	Valor Preditivo Negativo
WHO	World Health Organization
%	Porcentagem

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fachada da Escola Estadual Professora Clorinda Danti.....	34
Figura 2 – Equipamentos utilizados para a aplicação dos testes.....	35
Figura 3 – Otoscópio utilizado na meatoscopia.....	35
Figura 4 – Equipamento utilizado na Triagem por Teleaudiometria.....	37
Figura 5 – Apresentação visual do <i>software</i>	37
Figura 6 - Equipamentos utilizados para realização da Audiometria Tonal Convencional e da Triagem Audiométrica por Varredura.....	38
Figura 7 – Medidor de nível de pressão sonora	39
Figura 8 - Equipamento utilizado na triagem imitanciométrica.....	39
Figura 9 – Calibração biológica do <i>software</i>	42
Figura 10 - Confirmação da intensidade do estímulo da calibração biológica.....	42
Figura 11 - Exemplo de resultado final de uma triagem positiva.....	44
Figura 12 - Teste finalizado de uma triagem positiva.....	44
Figura 13 - Exemplo de resultado final de uma triagem negativa.....	45
Figura 14 - Teste finalizado de uma triagem negativa.....	45
Figura 15 - <i>Box-plots</i> referentes aos limiares auditivos (em dBNA) nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz nas orelhas direita e esquerda.....	55
Figura 16 - <i>Box-plots</i> referentes às médias dos limiares auditivos (em dBNA) para as quatro frequências, na orelha direita e esquerda.....	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Validade de teste diagnóstico (adaptado de Wilson e Jungner, 1968; <i>Centers for Disease Control and Prevention</i> , 1999).....	14
Quadro 2- Tipo e detalhamento da curva timpanométrica de acordo com Jerger (1970).....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Resumo descritivo da Idade (anos).....	53
Tabela 2- Distribuições de frequências e porcentagens do Tipo de perda nas orelhas direita e esquerda.....	53
Tabela 3- Resumo descritivo do Limiar (dB) nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz e da média do Limiar nas frequências, na orelha direita e esquerda.....	54
Tabela 4- Distribuições de frequências e porcentagens da Audiometria nos dois sexos nas orelhas direita e esquerda.....	57
Tabela 5- Distribuições de frequências e porcentagens do resultado na Imitanciometria dois sexos nas orelhas direita e esquerda.....	58
Tabela 6- Distribuições de frequências e porcentagens do resultado na Audiometria por varredura nos dois sexos nas orelhas direita e esquerda.....	59
Tabela 7- Distribuições de frequências e porcentagens do resultado na Teleaudiometria nos dois sexos nas orelhas direita e esquerda.....	60
Tabela 8- Distribuições de frequências e porcentagens conjuntas da teleaudiometria e a audiometria convencional.....	61
Tabela 9- Distribuições de frequências e porcentagens conjuntas da audiometria por varredura e a audiometria convencional.....	61

Tabela 10- Valores observados da sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo e acurácia da teleaudiometria, considerando a audiometria convencional como padrão ouro e intervalos de confiança de 95%.....	62
Tabela 11- Valores observados da sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo e acurácia da audiometria por varredura, considerando a audiometria convencional como padrão ouro e intervalos de confiança de 95%.....	62
Tabela 12- Distribuições de frequências e porcentagens conjuntas e marginais da audiometria por varredura e a teleaudiometria.....	63
Tabela 13- Distribuições de frequências e porcentagens conjuntas e marginais da teleaudiometria e imitanciometria em paralelo e a Audiometria convencional.....	64
Tabela 14- Distribuições de frequências e porcentagens conjuntas e marginais da teleaudiometria e imitanciometria em série e a audiometria convencional.....	64
Tabela 15- Valores observados da sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo e acurácia da combinação da teleaudiometria e imitanciometria em paralelo, considerando a audiometria convencional como padrão ouro e intervalos de confiança de 95%.....	65
Tabela 16- Valores observados da sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo e acurácia da combinação da teleaudiometria e imitanciometria em série,	

considerando a audiometria convencional como padrão ouro e
intervalos de confiança de 95%.....65

Tabela 17 - Resumo dos valores de sensibilidade, especificidade, valor
preditivo positivo, valor preditivo negativo e acurácia para todos os
procedimentos, considerando a audiometria convencional como
padrão ouro.....66

RESUMO

Botasso M. Teleaudiometria como método de triagem em escolares [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2014.

Introdução: Dados epidemiológicos sobre prevalência de perdas auditivas em países em desenvolvimento são insuficientes para o planejamento e execução de programas efetivos, visando à intervenção, prevenção e promoção em saúde. Além disso, ações de saúde na atenção básica, bem como nos serviços de média e alta complexidade não dão conta de atender ou mesmo conhecer a demanda, também pelo fato de existir um número limitado de profissionais da saúde que cuidam da audição. Dentro deste contexto, faz-se necessária a adoção de técnicas ou procedimentos acessíveis às áreas carentes do país, que não contam com recursos financeiros para a aquisição de tecnologia ou recursos humanos que possibilitem a identificação, o mais precoce possível, de grupos de risco para alterações auditivas. Com o avanço da tecnologia, métodos de triagem auditiva à distância são possíveis, inclusive como facilitadores em áreas onde não há especialistas. Sendo assim, a criação e validação de protocolos de teleaudiologia são fundamentais para que possam ser utilizados dentro de programas de saúde rotineiros. **Objetivo:** avaliar a acurácia e a viabilidade de execução da teleaudiometria, comparando-a à audiometria por varredura, tendo como padrão ouro a audiometria tonal, em escolares do ciclo I do ensino fundamental. **Método:** Participaram do estudo 243 escolares, sendo 118 meninos e 125 meninas, com idade média de 8,3 anos. Foram realizados os seguintes procedimentos: triagem por teleaudiometria com fones TDH39, com software que avalia a audição automaticamente nas frequências de 1000, 2000 e 4000 Hz a 25 dBNA, triagem por varredura audiométrica em cabina acústica (nas frequências de 1000, 2000 e 4000 Hz a 20 dBNA) e pesquisa dos limiares auditivos por meio de audiometria tonal em cabina acústica (nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000Hz). **Resultados:** Verificou-se que não existe associação entre os resultados normais e alterados nos testes auditivos e a variável sexo. Das 243 crianças que realizaram a audiometria tonal, 195 apresentaram limiares auditivos normais. Para a audiometria por varredura, 209 passaram e para a teleaudiometria, 188 passaram. Sendo assim, a habilidade diagnóstica dos métodos de triagem foi avaliada, encontrando-se os seguintes valores para teleaudiometria / audiometria por varredura: sensibilidade – 58% / 65%, especificidade – 86% / 99%, valor preditivo positivo – 51% / 91%, valor preditivo negativo – 89% / 92%, acurácia – 81% / 92%. A teleaudiometria e a varredura apresentaram concordância moderada pelo coeficiente Kappa. Além disso, foi avaliada a possibilidade diagnóstica de execução da teleaudiometria realizada em série ou em paralelo com a imitanciometria, indicando que a aplicação destes métodos em série melhora a especificidade e a aplicação dos testes em paralelo melhora a sensibilidade. **Conclusão:** Embora a audiometria por varredura apresente valores de sensibilidade e especificidade maiores, a teleaudiometria mostrou

confiabilidade e viabilidade como método de triagem auditiva em escolares. Além disso, a teleaudiometria apresenta vantagens de aplicação em áreas remotas, onde não existe a disponibilidade de profissionais especializados e equipamentos específicos, o que pode reduzir custos em programas de triagem auditiva.

Descritores: Telemedicina; Promoção da saúde; Audiometria; Triagem; Saúde escolar; Software; Criança; Assistência à saúde.

ABSTRACT

Botasso M. Teleaudiometry as a screening method in school children [dissertation]. São Paulo: School of Medicine, University of São Paulo, 2014.

Introduction: Epidemiological data on the prevalence of hearing loss in developing countries are insufficient for the planning and execution of effective programs, aimed at intervention, prevention and health promotion. In addition, health actions in primary care, as well as secondary and tertiary services are not enough to meet or even know the demand; this also occurs because there is a limited number of health professionals who care for the hearing. Within this context, it is necessary to adopt accessible techniques or procedures for the underserved areas of the country, that do not have financial resources for the purchase of technology or human resources to enable the identification, as early as possible, of risk groups for hearing disorders. With the advance of technology, distance hearing screening methods are possible, working as facilitators in areas where there are no experts. Thus, the creation and validation of teleaudiology protocols are essential so that they can be used in routine health programs. Objective: To evaluate the efficacy and feasibility of the teleaudiometry, comparing it to the sweep audiometry, considering pure tone audiometry as the gold standard, in school children of the first cycle in elementary school. Method: 243 students participated in this study, 118 boys and 125 girls, mean age 8.3 years. The following procedures were performed: teleaudiometry screening with TDH39 headphones and software that automatically evaluates hearing at the frequencies of 1000, 2000 and 4000 Hz at 25 dBHL, sweep audiometry screening in acoustic booth (at the frequencies of 1000, 2000 and 4000 Hz at 20 dBHL) and hearing thresholds search using pure tone audiometry in acoustic booth (at the frequencies of 500, 1000, 2000 and 4000 Hz). Results: It was found that there is no association between normal and abnormal results in hearing tests and the gender variable. Of the 243 children who underwent pure tone audiometry, 195 had normal hearing thresholds. For the sweep audiometry, 209 children passed the screening, and 188 passed the teleaudiometry. Therefore, the diagnostic capacity of the screening methods was evaluated, verifying the following values: for teleaudiometry / sweep audiometry: sensitivity - 58% / 65%, specificity - 86% / 99%, positive predictive value - 51% / 91%, negative predictive value - 89% / 92%, accuracy - 81% / 92%. The teleaudiometry and the sweep audiometry showed moderate agreement using the Kappa coefficient. Furthermore, the diagnostic possibility of performing teleaudiometry in series or in parallel with imitanciometry was evaluated, indicating that the application of these methods in series improves specificity and the application of parallel testing improves sensitivity. Conclusion: Although the sweep audiometry presented

higher sensitivity and specificity values, teleaudiometry showed reliability and feasibility as a hearing screening method in school children. Moreover, teleaudiometry has application advantages in remote areas, where specialized professionals and specific equipment are not available, which can reduce costs in hearing screening programs.

Keywords: Telemedicine; Health promotion; Audiometry; Triage; School health; Software; Child; Delivery of health care.

1. INTRODUÇÃO

A surdez e as alterações auditivas são problemas “invisíveis” e frequentemente esquecidos em países menos desenvolvidos. Os dados epidemiológicos sobre a prevalência destes problemas nos países em desenvolvimento são insuficientes para o planejamento de ações mais eficazes, mas estima-se que a surdez e as alterações auditivas estejam presentes em quase o dobro de pessoas, quando se comparam países em desenvolvimento e países desenvolvidos (Smith, 2001).

A perda auditiva permanente é um problema de saúde global importante. A prevalência estimada é de uma a cada 10 pessoas afetadas por perdas auditivas de grau leve ou maior (Swanepoel et al., 2010a). A perda auditiva permanente em crianças apresenta como causas mais comuns: prematuridade, hiperbilirrubinemia, anóxia neonatal, hereditariedade, consanguinidade (e fatores associados), meningite (a causa pós-natal mais importante), rubéola e uso abusivo de drogas ototóxicas (Cecatto et al., 2003).

Em virtude da alta prevalência da perda auditiva no Brasil, muitas localidades já implantaram a triagem auditiva neonatal universal (TANU) assegurada por lei, a qual se tornou federal sob o número 12.303/10. No entanto, muitas crianças com perdas auditivas congênitas ainda são diagnosticadas tardiamente, por volta de dois a três anos de idade, perdendo

o período crítico para o desenvolvimento das habilidades auditivas e de linguagem (Lewis et al., 2007).

Além da existência das perdas auditivas permanentes, Lacerda et al. (2002) citam a otite média como uma das patologias mais comuns na infância e, cerca de 80% das crianças em idade escolar sofre pelo menos uma perda auditiva temporária durante o ano letivo. Tal perda auditiva pode resultar em sérios problemas de percepção auditiva e, conseqüentemente, dificuldades de aprendizagem e, como muitas crianças não possuem parâmetros que lhe permitam perceber que estão ouvindo menos que o normal, a triagem aparece como crucial no monitoramento auditivo dos escolares.

A otite média crônica (OMC) é considerada como a principal causa de alterações auditivas de grau leve a moderado nos países em desenvolvimento (Smith, 2001; Shrestha et al., 2001). A prevalência da OMC varia de um a 46% ao redor do mundo, sendo maior em países em desenvolvimento e em determinados grupos étnicos. Em um encontro da *World Health Organization* (WHO), em 1996, ficou estabelecido que a OMC é um dos maiores problemas de saúde pública para muitas populações ao redor do mundo, com custos sociais e econômicos substanciais (Smith, 2001).

As ações de saúde auditiva na atenção básica devem incluir ações de promoção, prevenção e identificação precoce de problemas auditivos junto à comunidade, além de encaminhamentos, quando necessário, para os serviços de média e alta complexidade (Ministério da Saúde, 2010).

No entanto, em diversos países em desenvolvimento ao redor do mundo, estas ações de saúde na atenção básica e mesmo os serviços de média e alta complexidade não dão conta de atender ou mesmo conhecer a demanda, pelo fato de existir um número limitado de profissionais da saúde que cuidam da audição, bem como pelas limitações de recursos e infraestrutura de diversas localidades (Swanepoel et al., 2010a).

No Brasil, em 2013, existiam 36.558 fonoaudiólogos, sendo 1.956 especialistas em Audiologia (CFFa, 2013), para 189.612.814 habitantes, distribuídos em 5.565 municípios (IBGE, 2008). A maior concentração dos profissionais está no Estado de São Paulo e o estado com o menor número de fonoaudiólogos é Roraima.

Dentro deste contexto, faz-se necessária a adoção de técnicas ou procedimentos de baixo-custo, acessíveis às áreas carentes do Brasil e ao redor do mundo, que não contam com recursos financeiros para a aquisição de tecnologias ou recursos humanos que possibilitem a identificação, o mais precoce possível, de grupos de risco para alterações auditivas, contribuindo para a redução das desigualdades existentes na saúde (Gomes, 2004).

Tendo isto em vista, com o avanço da tecnologia, foram propostos métodos de triagem auditiva à distância, inclusive como facilitadores em áreas onde não há especialistas (Swanepoel et al., 2010a).

A Telemedicina envolve a oferta de serviços ligados aos cuidados com a saúde, em situações nas quais a distância é um fator crítico. Tais serviços são prestados por profissionais da área da saúde, usando tecnologias de informação e de comunicação para a troca de informações, visando

diagnóstico, prevenção e tratamento de doenças e a educação contínua de prestadores de serviços em saúde, assim como para fins de pesquisas e avaliações (WHO, 2010).

Mais recentemente, um campo específico no qual a telemedicina pode ser aplicada é a “teleaudiologia”, que se refere à aplicação destes princípios na prática da Audiologia (Swanepoel et al., 2010a). Nos Estados Unidos, a teleaudiologia está crescendo numa realidade universal, inclusive buscando alcançar os cantos distantes do mundo, onde o acesso à saúde é restrito (Nemes, 2010).

A teleaudiometria, uma das vertentes da teleaudiologia, simula as ferramentas e os padrões de uma audiometria, na forma de triagem, realizada de forma automática pelo software instalado em um computador, o que oferece aos pacientes de áreas rurais e remotas a possibilidade de acesso a serviços de diagnóstico com diminuição de custos para o paciente, para o município e para o profissional que realiza a triagem, o qual não necessita de equipamentos específicos e complexos (Pierrakeas et al., 2005; Choi et al., 2007; Campelo, 2009; Campelo e Bento, 2010). Este tipo de diagnóstico à distância tem se mostrado viável e seguro, apesar das dificuldades causadas pela falta de contato pessoal (Givens e Elangovan, 2003).

Campelo e Bento (2010) desenvolveram um software para simular a execução de uma triagem auditiva automática, com algoritmo de execução e análise semelhantes aos recomendados pela ASHA (1997). Este software foi testado e comparado à audiometria por varredura e à audiometria tonal

convencional em 73 indivíduos adultos, sendo considerado viável e apresentando acurácia semelhante à audiometria por varredura.

Uma vez que o estudo anterior foi realizado com uma população adulta, dada à carência de métodos de triagem em escolares que utilizam a teleaudiometria e, considerando-se que os efeitos da perda auditiva podem ser devastadores para a população infantil, o presente estudo tem o propósito de utilizar o software, desenvolvido pelos referidos autores, em escolares, a fim de verificar se este método também é viável para ser aplicado nesta faixa etária.

2. OBJETIVO GERAL

Verificar a acurácia e a viabilidade de execução da teleaudiometria em escolares.

2.1 Objetivos Específicos

- a) Caracterizar o perfil auditivo dos escolares;
- b) Verificar a acurácia dos métodos de triagem: Teleaudiometria e Audiometria por varredura, quando comparados à Audiometria Convencional (padrão ouro), estabelecendo os valores de sensibilidade, especificidade, valores preditivos positivo e negativo;
- c) Comparar os métodos de triagem (Teleaudiometria e Audiometria por varredura) entre si;
- d) Comparar as aplicações em série e em paralelo da Teleaudiometria combinada à Imitanciometria.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Para melhor organização, este capítulo foi dividido em subitens, nos quais foi priorizado o encadeamento de ideias e, quando possível, buscou-se manter a ordem cronológica dos estudos.

3.1 Um breve histórico: ***PROGRAMA QUEM OUVE BEM, APRENDE MELHOR (FORL, 2004)***

Ações sociais destinadas à avaliação da audição de crianças, promovidas pela Fundação Otorrinolaringologia (FORL), vêm sendo realizadas desde 1997. Nos anos de 1999 e 2001 ocorreram campanhas federais utilizando “kits” de triagem compostos por: cartazes, fitas de vídeo, cartilhas e formulários, enviados às escolas públicas. A triagem foi realizada nas crianças da segunda série do ensino fundamental.

Na primeira fase, foram realizados testes por meio de fita de vídeo pelo professor. Nesse vídeo-teste, diferentes tons em intensidades diferentes foram emitidos e o aluno deveria responder aos estímulos segundo as instruções apresentadas previamente ao professor. As crianças que não respondiam corretamente eram registradas em protocolo específico e os resultados eram posteriormente encaminhados para a FORL. As crianças que falharam nas triagens participariam da segunda fase da campanha.

A segunda fase ocorria por meio de atendimento no Sistema Único de Saúde (SUS) e, nas cidades onde não houvesse atendimento especializado, haveria o credenciamento temporário de um serviço. Quando a criança apresentasse resultado normal na avaliação audiológica da segunda fase, havia dispensa. Em caso de perda auditiva ou alguma doença diagnosticada, o aluno recebia tratamento adequado, bem como a escola era informada quanto aos procedimentos pertinentes.

Na campanha de 1999, 780.477 crianças foram triadas, sendo que 264.218 falharam e foram encaminhadas para avaliação por médicos e fonoaudiólogos em todo o Brasil. Em 2001, 162.536 crianças foram encaminhadas para avaliação complementar (FORL, 2004), mas não foi divulgado no relatório o número de crianças triadas.

Não foram encontrados, dados referentes ao número de crianças diagnosticadas com perda auditiva por este programa ou o número de crianças que efetivamente foram atendidas na segunda fase das duas campanhas.

3.2 Triagem e Validade Diagnóstica dos Testes

Choi et al. (2013) referem que o interesse crescente em prevenção de doenças e promoção de saúde é uma das mudanças significativas com relação ao consumo de cuidados com a saúde e, recentemente, as triagens em saúde vêm se tornando mais conhecidas e o número de centros de promoção de saúde vêm aumentando.

A triagem pode ser descrita como um procedimento rápido, simples e de grande alcance para identificar alta probabilidade de alterações/doenças por um teste em questão (Wilson e Jungner, 1968; Northern e Downs, 2005).

O objetivo da triagem é a detecção (dentro de um grupo de indivíduos considerados sãos) de sujeitos que aparentam ser mais susceptíveis a terem uma determinada doença ou condição, para que possam ser encaminhados para uma avaliação completa (Wilson e Jungner, 1968).

Porém, para o sucesso do programa, é importante ter clara a definição da doença, bem como os testes devem ser rápidos, fáceis, cômodos ao paciente e terem baixo custo, além de terem validade diagnóstica (ASHA, 1997).

A validade da triagem é a medida da frequência com a qual o resultado da triagem é confirmado por um procedimento diagnóstico aceitável (padrão ouro), ou seja, a habilidade do teste em separar aqueles indivíduos que têm uma determinada condição daqueles que não têm. A aplicação da triagem em uma população dá origem a quatro categorias de resultados: verdadeiro-positivo, verdadeiro-negativo, falso-positivo e falso-negativo (Quadro 1) (Wilson e Jungner, 1968).

Desta forma, a sensibilidade de um teste é a proporção de pessoas com a “doença” na população avaliada que são identificadas corretamente pela triagem (os “verdadeiro positivos”) (Wilson e Jungner, 1968; Fisher e van Belle, 1993; Bonita et al., 2006).

Já a especificidade é a proporção de pessoas sem a “doença” que são identificadas corretamente pela triagem (os “verdadeiro negativos”), ou seja, os sujeitos são (Wilson e Jungner, 1968; Fisher e van Belle, 1993; Bonita et al., 2006).

Os valores preditivos podem ser determinados pela sensibilidade e pela especificidade (desempenho do teste) juntamente com a prevalência da doença (taxa percentual da população doente). Eles podem ser positivos ou negativos. Nos positivos, verifica-se a razão entre o número de pessoas que tiveram a triagem positiva para o número de todos os resultados positivos no teste e nos negativos, a razão entre os indivíduos que são verdadeiramente negativos para o número de todos os negativos na triagem (Wilson e Jungner, 1968; Fisher e van Belle, 1993; Bonita et al., 2006).

Em outras palavras, o valor preditivo positivo (VPP) é a probabilidade de um indivíduo com resultado positivo no teste (ou triagem) realmente ter a “doença” e valor preditivo negativo (VPN) é a probabilidade da pessoa com resultado negativo na triagem realmente não ter a doença (*Centers for Disease Control and Prevention*, 1999).

As relações entre os resultados do teste e o diagnóstico foram demonstradas no quadro abaixo (Quadro 1).

Quadro 1 – Validade do teste diagnóstico (adaptado de Wilson e Jungner, 1968; *Centers for Disease Control and Prevention, 1999*)

Resultado do teste	Padrão Ouro		Total
	Doentes	Sadios	
Positivo	Verdadeiro Positivo (A)	Falso Positivo (B)	Total dos testes Positivos (A + B)
Negativo	Falso Negativo (C)	Verdadeiro Negativo (D)	Total de Testes Negativos (C + D)
Total	Total de Testes Positivos (A + C)	Total de Testes Negativos (B + D)	Total (A + B + C + D)

Relações para determinar a acurácia do teste: Sensibilidade: $A / A + C$; Especificidade: $D / B + D$; VPP: $A / A + B$; VPN: $D / C + D$

3.3 Triagem Audiométrica Por Varredura

A triagem para perda auditiva é um procedimento de passa ou falha para identificar indivíduos que necessitam de avaliações audiológicas adicionais ou exames complementares. Neste caso, a perda auditiva para escolares é considerada quando os limiares auditivos são piores que 20dBNA na região mais importante para o reconhecimento de fala (500Hz a 4kHz), podendo ser uni ou bilateral, neurosensorial ou condutiva (ASHA, 1997).

A triagem auditiva de crianças em fase escolar deve ser feita no início da vida escolar (no início de cada novo ciclo) e anualmente, pelo menos nos anos iniciais de escolaridade (até a terceira série). Além disso, deve ser feita sempre que necessário ou, ainda, quando existirem riscos para perda auditiva (ASHA, 1997). São eles:

- observação dos pais ou cuidadores quanto ao atraso no desenvolvimento de fala, linguagem, audição e leitura/escrita;
- histórico na família de perda auditiva durante a infância ou com início tardio;
- infecções na gravidez: toxoplasmose, citomegalovírus, rubéola, herpes e sífilis;
- anomalia craniofacial incluindo malformação de orelha;
- medicamentos ototóxicos;
- meningite bacteriana ou outras infecções que possam causar perda auditiva neurosensorial;
- síndromes associadas à perda auditiva;
- traumatismo craniano associado à perda de consciência ou fratura de crânio;
- neurofibromatose do tipo II ou doenças neurodegenerativas;
- exposição a níveis de ruído potencialmente lesivos;
- otite média recorrente ou persistente com efusão por pelo menos três meses.

O procedimento sugerido para a triagem é que a audiometria possa ser lúdica ou convencional, com fones (de inserção ou convencional), avaliando as frequências de 1000Hz, 2000Hz e 4000Hz a 20dBNA. É recomendado que a triagem tenha o mínimo de distração visual ou auditiva, e que o nível de ruído ambiente não seja elevado, para garantir a eficácia do processo. Além disso, o audiômetro deve ser calibrado (pelo menos uma vez por ano) de acordo com as normas do Instituto Nacional de Padrões Americanos (ANSI) (ASHA, 1997; AAA, 2011).

Ainda visando à confiabilidade do teste, devem ser apresentados ao menos três estímulos em cada frequência. O critério de “passa” é a resposta a dois dos três tons, na intensidade estabelecida em cada frequência, para ambas as orelhas. A criança “falha” quando não responde a pelo menos duas de três apresentações na intensidade estabelecida em alguma das frequências ou se ela não se condiciona a executar a tarefa (ASHA, 1997; Campelo e Bento, 2010).

Em revisão da literatura feita por Bamford et al. (2007), vários estudos citados, que utilizaram a audiometria por varredura, encontraram valores de sensibilidade (86% a 100%) e especificidade (70,2% a 99%) altos, confirmando a validade do teste em questão para identificação de perda auditiva em crianças.

3.4 Triagem Imitanciométrica

Musiek e Rintelmann (2001) relataram que os testes mais utilizados para triagem auditiva em crianças são as medidas de imitância acústica, as

quais avaliam a integridade da orelha média e os reflexos acústicos. Tais medidas são importantes devido ao alto índice de crianças com alterações de orelha média. Carvallo e Couto (2010) ressaltaram que, por ser parte da avaliação audiológica básica, a imitanciometria pode ser utilizada em qualquer idade.

De acordo com a WHO (2006), a timpanometria não pode ser considerada como um teste auditivo, e sim como uma avaliação de orelha média, que deve ser utilizada em conjunto com outras avaliações auditivas.

De acordo com as diretrizes da ASHA (1997), referentes à triagem de distúrbios de orelha média e externa, o principal objetivo da triagem imitanciométrica é identificar crianças com otite, que tem potencial para causar significativos problemas médicos, como: perda auditiva ou déficit de fala, linguagem e aprendizado, em longo prazo.

Para Colella-Santos et al. (2009), a triagem imitanciométrica é um dos testes mais realizados em escolares por fornecer informações rápidas e objetivas sobre a orelha média.

Tais medidas são fundamentais e indispensáveis para o diagnóstico de alterações auditivas, identificando precocemente as possíveis disfunções de tuba auditiva ou alterações de orelha média, as quais são comuns em crianças e, nem sempre prejudicam os limiares obtidos por meio de triagem audiométrica (Russo e Santos, 1994). Além disso, a imitanciometria fornece 85% de especificidade nos casos de secreção de orelha média (Saffer et al., 2000).

Em revisão da literatura feita por Bamford et al. (2007), vários estudos citados, que utilizaram a imitanciometria comparada à audiometria para identificação de perda auditiva em crianças, encontraram valores de sensibilidade (50% a 93%) e especificidade (65% a 100%) variados, em virtude de diferentes metodologias empregadas.

Assim, deve-se enfatizar que a eficiência e objetividade da triagem imitanciométrica referem-se às condições de orelha média. Desta forma, a melhor maneira de identificar e/ou minimizar os efeitos de alteração/perda auditiva em escolares, é associando a triagem audiométrica à triagem imitanciométrica (Russo e Santos, 1994).

3.5 Telessaúde / eSaúde

Norris (2001) refere que os termos: telemedicina (nas fases iniciais), telessaúde e, atualmente, eSaúde (*eHealth*) vêm sendo utilizados como sinônimos por diversos autores.

Este último termo, para Eisenbach (2001) teve origem, a partir de 2000, nas áreas de líderes industriais e pessoas da publicidade, antes mesmo da área médica, para que ficasse ligado aos termos já em uso, como: e-commerce, e-business, entre outros e, refere-se não apenas a uma “medicina de internet”, como a todo o mundo virtual relacionado ao computador e à medicina.

Cada vez mais, as pessoas vêm utilizando tecnologia da informação, tanto pelo uso de computador como de outras tecnologias avançadas no

trabalho ou em casa, porém, a difusão é lenta e está em fases iniciais para a área de saúde (Field, 1996).

De acordo com Field (1996), os avanços nas telecomunicações e nas informações tecnológicas, no que diz respeito aos cuidados com a saúde, vêm sendo estudados há mais de trinta anos e, assim, surgiu a telemedicina.

Perednia e Allen (1995) definiram a telemedicina como “o uso de tecnologias de telecomunicações para fornecer serviços e informações médicas”.

Field (1996) definiu a telemedicina como sendo “o uso de tecnologias de comunicação e informação para fornecer e dar suporte de cuidados à saúde quando a distância separa os participantes”.

Bashshur e Armstrong (1976) dividiram o desenvolvimento da telemedicina, nos Estados Unidos, em três estágios:

- De 1964 a 1969: fase dos experimentos e dos trabalhos independentes. O interesse era a viabilidade das transmissões de informações diagnósticas e encontros médicos através do circuito de microondas via *link* e equipamentos de vídeo;
- De 1969 – 1973: etapa da troca de conhecimento e experiência entre os participantes, apoio do governo às pesquisas e demonstração dos programas em telemedicina;
- 1973: início do último estágio, cuja característica era ter a telemedicina como um novo modo de cuidados médicos.

Embora esta divisão em três estágios seja a partir de 1964, pesquisas mais antigas relataram outros métodos utilizados para a troca de informações entre diferentes localidades como, por exemplo, o telégrafo, que foi um instrumento bastante usado durante a Guerra Civil Americana (1861-1865) e tinha por finalidade transmitir listas de acidentes e pedidos médicos para abastecimento. Em seguida, após 1900, o telefone passou a ser usado e os médicos começaram a adotá-lo para a comunicação médica. Na Primeira Guerra Mundial (1914–1918), a comunicação via rádio foi estabelecida e, mais uma vez, os pedidos médicos passaram a ser realizados por meio desta “nova” tecnologia, a qual, em 1930, foi utilizada com a mesma finalidade nas áreas remotas como o Alaska e a Austrália e nos conflitos entre Coreia e Vietnã (Zundel, 1996).

Outra grande influência no desenvolvimento da telemedicina foi o surgimento da televisão. No final dos anos 50, o circuito fechado de televisão e as telecomunicações por vídeo foram reconhecidos e aceitos pelos médicos e, em 1964 aconteceu o primeiro *link* de vídeo interativo entre o Instituto Psiquiátrico de Nebraska (Omaha) e o Hospital Estadual de Norfolk, distantes um do outro por 180 km (Zundel, 1996).

Os sistemas atuais de telemedicina se originaram a partir do desenvolvimento de um equipamento pelos engenheiros e cientistas da NASA (National Aeronautics and Space Administration) para monitorar as funções fisiológicas dos astronautas no espaço por médicos na base de controle. Foi desenvolvido um sistema sofisticado de telemetria e de

telecomunicações para aplicações biomédicas das funções fisiológicas, como: eletrocardiograma, pressão sanguínea, ritmo respiratório e temperatura. Os voos mais longos fizeram com que houvesse o desenvolvimento de sistemas de suporte médico, incluindo diagnóstico e tratamento de urgência durante os próprios voos (Bashur e Lovett, 1977).

Watson (1989) ressaltou que os novos facilitadores nas comunicações poderiam ajudar na qualidade do cuidado médico de pessoas que vivem em áreas isoladas, além da possibilidade de reduzir custos.

No Brasil, a aplicação da telessaúde nos moldes atuais é muito mais recente. De acordo com o Telessaúde Brasil Redes (2007), o Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes, que tem parceria com os Ministérios da Saúde e da Ciência e Tecnologia, teve início em 2007 e visa melhorar a qualidade do atendimento e da atenção básica no SUS por meio de informação tecnológica, tanto para assistência como para educação. Atualmente, o programa conta com os serviços de: Teleconsultoria (consulta para esclarecer procedimentos clínicos, ações de saúde e questões relacionadas ao trabalho por meio de chat, web ou videoconferência em tempo real ou mensagens *offline*), Telediagnóstico (apoio ao diagnóstico por meio da distância), Tele-educação (aulas e cursos) e Segunda Opinião Formativa (resposta baseada em revisão de literatura).

Na área da Fonoaudiologia, a Resolução CFFa n. 427, de 1º de março de 2013, esclarece que a Telessaúde tem caráter público ou privado e envolve os mesmos serviços descritos no Programa Nacional Telessaúde Redes, além de Teleconsulta (que pode envolver o paciente e o

fonoaudiólogo com outro fonoaudiólogo à distância, envolver um profissional da saúde e o paciente presenciais e um fonoaudiólogo à distância; envolver o paciente e o fonoaudiólogo à distância); e Telemonitoramento (acompanhamento à distância de um paciente atendido em forma presencial) .

3.5.1 Telessaúde / eSaúde em Audiologia

Fabry (2010) dividiu a Telessaúde em dois modelos possíveis:

a) Em tempo real: isto é, a interação é sincronizada, ao vivo. Por meio deste modelo, os usuários estão em constante contato via *web* câmera, telefone, chat ou outro meio de comunicação. Exemplos deste tipo de interação incluem programação ou reprogramação de aparelho auditivo e avaliação audiométrica em tempo real.

b) Baseado em “nuvem”: ou seja, não-sincronizado, auto-guiado, *off-line*. Por meio deste modelo, os arquivos, dados e informações são transmitidos e armazenados para revisão e discussão posteriores. Este modelo inclui: autotestes automáticos, registro de dados de diferentes medidas, triagens ou tarefas de reabilitação auto-administradas, que são realizadas independentemente, revisadas ou interpretadas por um profissional. Os resultados podem ser transmitidos *on-line*, via e-mail, texto ou por outro meio não-sincronizado.

Spinardi et al. (2009) descreveram diversos procedimentos audiológicos que poderiam ser realizados à distância (a partir de pesquisas já realizadas, embora ainda haja muito a ser explorado). Dentre eles, têm-se:

- Audiometria tonal limiar;
- Emissões Otoacústicas;
- Adaptação de aparelho de amplificação sonora individual;
- Aplicação do “*SoundHelper*” (multimídia) para pacientes afásicos;
- Teleaudiometria;
- Audiômetro virtual (para estudantes de Fonoaudiologia de uma Universidade);
- Telerreabilitação;
- Avaliações à distância por videoconferência.

Jacobs et al. (2012) relataram que os avanços tecnológicos têm permitido, através da telemedicina, a melhora do acesso, eficácia e eficiência de vários aspectos de cuidados com a saúde, incluindo os serviços de Audiologia.

De acordo com Krumm (2007), a área de Teleaudiologia é bastante promissora, porém, ainda necessita muitas pesquisas e avaliações quanto ao custo, aceitação e funcionalidade.

Diversas aplicações da Telessaúde/Telemedicina têm sido descritas na área da Audiologia. São elas:

- Audiometria tonal liminar (Givens et al., 2003; Givens e Elangovan, 2003) - teleaudiometria;
- Teste de emissões otoacústicas (Krumm et al., 2007);
- Adaptação de aparelho de amplificação sonora individual (Wesendahl, 2003; Campos e Ferrari, 2012).

Nas aplicações descritas acima (Givens et al., 2003; Givens e Elangovan, 2003; Wesendahl, 2003; Krumm et al., 2007; Campos e Ferrari, 2012), todos os procedimentos partem do mesmo princípio, sendo que um fonoaudiólogo especialista fica à distância observando e analisando as respostas do paciente por meio dos gráficos obtidos pelo computador (audiometria, emissões otoacústicas e dados do *Hi-Pro*), enquanto um fonoaudiólogo não especialista fica junto ao paciente, colocando os acessórios e equipamentos necessários para que os exames possam ser realizados. Ambos os fonoaudiólogos mantêm a *webcam* ligada, em videoconferência, para compartilharem as respostas e o fonoaudiólogo à distância fica tanto com a tela das respostas do paciente como com a tela do próprio paciente, para monitoramento das reações.

Um método diferente do descrito acima foi apresentado por Yao et al. (2009) para a realização de audiometria tonal. Um audiólogista à distância, por meio de um software específico, determina a frequência e a intensidade do estímulo que é então enviado ao paciente via internet (sendo o sinal apresentado transmitido a um *modem* conectado a um fone por *Bluetooth*). Ao ouvir o estímulo, o paciente aperta um botão de resposta e

esta resposta é retransmitida (via internet) ao audiologista, que salva e analisa os resultados.

Alguns anos depois, Jacobs et al. (2012) descreveram a possibilidade de realização de audiometria tonal via celular, possibilitando a aplicação de triagem para perdas auditivas em estágio inicial, por meio de um aplicativo próprio.

3.5.2 Teleaudiologia e Teleaudiometria

Eikelboom e Atlas (2005) avaliaram a aceitação para o uso da telemedicina em pacientes que passariam por atendimento audiológico. Os autores concluíram que 32% dos entrevistados estavam dispostos a utilizar a telemedicina, 10% às vezes estavam dispostos, 28% não tinham certeza e 30% não estavam dispostos. Dos pacientes entrevistados, os que já haviam ouvido falar em telemedicina estavam mais comprometidos em aceitá-la; relataram também que a maior barreira encontrada para a aceitação da teleaudiologia era a falta do contato “cara a cara”.

Northern (2012) definiu a teleaudiologia como o uso de informações eletrônicas e tecnologias das telecomunicações tanto para auxiliar no cuidado clínico da saúde auditiva em áreas de difícil acesso como para educação profissional e pública. Porém, referiu que a aceitação desse método vem sendo muito lenta e é importante pensar sobre as vantagens deste serviço, inclusive em relação ao custo de equipamentos e disponibilidade de profissionais.

Swanepoel (2012) repensou sobre a prática audiológica atual, acrescentando a teleaudiometria ao padrão ouro do diagnóstico audiológico - a audiometria convencional por tom puro -, com a finalidade de aumentar a abrangência e o alcance do atendimento audiológico, garantindo que mais pessoas com perda auditiva tenham acesso aos benefícios para ouvir.

A condução do diagnóstico audiológico infantil por meio da teleaudiologia é uma das áreas mais promissoras, já que ao redor do mundo existe um número restrito de audiologistas pediátricos e os programas de triagem existentes não dão conta de realizar o diagnóstico precoce, conforme preconizado (Hayes, 2012).

Além disso, pelas estatísticas da WHO (2013), 360 milhões de pessoas têm perda auditiva. Destas, 32 milhões são crianças, sendo que a maior parte delas vive em países de baixa/média renda e se beneficiaria com o uso de próteses auditivas. Mais de 30 milhões de próteses seriam necessárias anualmente nos países em desenvolvimento, porém, atualmente, recebem menos de um milhão.

Com a teleaudiologia, mais crianças poderiam se beneficiar com o uso de próteses auditivas, as quais poderiam ser adaptadas pelos próprios sujeitos em videoconferência com um audiológico especializado (Galster e Abrams, 2012).

O programa de telessaúde no Brasil, especificamente a teleaudiologia, é visto por Ferrari (2012), como um meio de substituir ou complementar serviços tradicionais para facilitar a educação terapêutica dos pacientes. Porém, um grande número de pessoas (65% das pessoas acima

de 10 anos de idade) ainda não domina a internet, tanto por falta de conhecimento como por dificuldade no acesso (devido ao alto custo). Além disso, muitas pessoas ainda não aceitam esta modalidade de atendimento, uma vez que sentem mais confiança ao estar de frente com o profissional.

Em relação à teleaudiometria, numerosos autores (Givens e Elangovan, 2003; Givens et al., 2003; Choi et al., 2007; Lancaster et al., 2008; Swanepoel et al., 2010b; Swanepoel et al., 2010d) já demonstraram a possibilidade de controlar um audiômetro remotamente obtendo resultados comparáveis à avaliação presencial (Fabry, 2010) e, embora estes estudos tenham sido realizados em adultos, os dados mostraram semelhanças nos achados da teleaudiometria e da audiometria convencional.

Utilizando a teleaudiometria como método de triagem, foi encontrado apenas um estudo (Campelo e Bento, 2010), porém também avaliando adultos. Esses autores concluíram que a teleaudiometria é um método de fácil aplicação e boa acurácia como forma de triagem.

3.6 Sistema de Banco de Dados

Para que o acompanhamento da saúde de um paciente seja eficiente e de qualidade, o gerenciamento dos dados faz-se importante tanto para o armazenamento como para a recuperação dos dados (Green et al., 2000).

Date (2000) definiu um sistema de banco de dados como: “um sistema computadorizado de armazenamento de registros; isto é, um

sistema computadorizado cujo propósito geral é armazenar informações e permitir ao usuário buscar e atualizar essas informações quando solicitado”.

Takai et al. (2005) relataram que o primeiro sistema de gerenciamento de banco de dados comercial foi apresentado no final de 1960 e era baseado em sistemas de arquivos da época, os quais não controlavam o acesso concorrente de usuários e/ou processos.

Com o passar dos anos, tais sistemas começaram a utilizar diversos modos de representação (modelos de dados) para estruturar estes dados. Existiam os modelos pré-relacionais (modelo de lista invertida, modelo hierárquico e modelo em redes) e os modelos relacionais (Date, 2000).

Quanto aos modelos mencionados, todos os pré-relacionais eram primeiramente implementados e em seguida moldados. O hierárquico foi o precursor destes modelos e, como o próprio nome diz, neste modelo, os dados aparecem em uma hierarquia (ou árvore), sendo chamados de “registro-pai” e “registros-filhos”. O modelo em redes foi uma extensão do modelo hierárquico, porém eliminou a hierarquia das informações (um registro poderia estar envolvido em diversas associações). Como ambos os modelos se referem a registros, qualquer acesso aos dados só poderia ser feito sendo um registro por vez (Date, 2000; Takai et al., 2005).

Já o modelo relacional surgiu no final da década de 1970 e início da década de 1980, a partir da necessidade de mais funções algébricas, tanto para armazenar como para recuperar os dados. Como diz o nome, sua estrutura é dada por uma relação (tabela), cujos dados podem ser cruzados. Tal modelo apresenta três aspectos fundamentais, que são: estrutura de

dados, manipulação de dados e a integridade de dados e, a partir desta época, grande parte dos sistemas passou a ser relacional (Date, 2000; Takai et al., 2005).

Testa e Simonson (1985) enfatizaram que o gerenciamento de um banco de dados como suporte para dados clínicos facilita o acesso às informações para o usuário e, até mesmo para finalidade estatística; para isso, basta que os dados estejam configurados de modo que possam ser analisados. Os autores afirmaram ainda que as análises que envolvem um período de tempo, assim como os estudos prospectivos, geralmente são realizadas de modo relacional, já que as análises podem ter muitas variantes envolvidas.

Rodewald et al. (1992) descreveram um método para criação e manutenção de uma base de dados informatizada, com informações processuais, laboratoriais, demográficas e diagnósticas de todos os pacientes atendidos na Divisão de Emergência Médica da Universidade de Rochester, New York. Este modelo se justifica por se tratar de um sistema econômico, que evita a entrada de dados redundantes e a produção de arquivos em papel, bem como permite que registros gerados em diversos computadores sejam transferidos para um banco de dados único. Além disso, permite que os dados sejam extraídos independentemente, conforme a necessidade. Outrossim, a base de dados facilita e melhora a qualidade administrativa, bem como as atividades de pesquisa, seja para gestores ou pesquisadores, e utilizando-se esquemas padrão de codificação de

diagnósticos e processos, a comparação de populações de pacientes diferentes pode ser realizada com facilidade.

Já na área da Audiologia, Green et al. (2000) desenvolveram um sistema local de registro computadorizado para a avaliação otoneurológica (testes audiológicos e vestibulares), o qual permitiria um melhor armazenamento e recuperação dos dados, assim como uma melhor documentação do atendimento ao paciente, eliminando assim, registros em papel.

De acordo com uma das recomendações do *Joint Committee on Infant Hearing* (JCIH) de 2007, sistemas de informações com interface eletrônica são necessários, para que os resultados, eficácia e qualidade dos programas referentes à saúde da criança possam ser avaliados. Com base nisso, um relatório feito pela *Health Outcomes Internacional* (2011) enfatiza que o gerenciamento dos dados é de extrema importância para aprimorar: a identificação de crianças com perda auditiva, o registro dos resultados das triagens, bem como das falhas (por data e por tipo), a análise dos resultados relevantes, o monitoramento das crianças com fatores de risco, a intervenção decorrente dos retornos, entre outros.

4. MÉTODOS

Este é um estudo transversal que foi realizado em uma escola pública atendida pelo Laboratório de Investigação Fonoaudiológica (LIF) em Atenção Primária em Audiologia do Departamento de Fonoaudiologia, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, durante os meses de abril a dezembro de 2011 e fevereiro a junho de 2012.

A pesquisa foi iniciada após a aprovação do protocolo de pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, sob o número 257/10 (em 20 de outubro de 2010) (Anexo 1).

A coleta de dados foi iniciada a partir da assinatura, por parte dos pais ou responsáveis pelas crianças, do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 2).

4.1 Casuística

Foram convidadas a participar do estudo, todas as crianças que frequentavam o ensino fundamental da Escola Estadual Professora Clorinda Danti no período matutino. Contudo, 243 crianças efetivamente entraram na pesquisa. Os pais ou responsáveis pelos alunos foram informados e esclarecidos a respeito dos objetivos, procedimentos do estudo e ausência

de quaisquer riscos à saúde. Ao autorizarem a participação das crianças no estudo, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Como critérios de exclusão, foram utilizados:

- a) Estudantes que não estivessem entre o primeiro e o quinto ano do ensino fundamental I da referida escola;
- b) Crianças com obstrução no meato acústico externo, as quais foram encaminhadas para avaliação e conduta otorrinolaringológica.

4.2 Caracterização do local da coleta de dados

A escola estadual de ensino fundamental I selecionada para a realização da pesquisa foi a Escola Estadual Professora Clorinda Danti, a qual é atendida pelo Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Atenção Primária em Audiologia do Curso de Fonoaudiologia do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP) e pertence à região próxima à Cidade Universitária.

Tal escola pertence à Zona Noroeste de São Paulo, no Distrito Jaguaré, que possui uma área de 6,6km² e uma população de 42,4 mil habitantes, sendo esta heterogênea e pertencente à classe média em sua maioria. Este distrito é constituído por alguns bairros, dentre eles, Vila Lajeado, onde a escola está situada, e o bairro Jaguaré, onde se encontra a Vila Nova Jaguaré (maior favela da cidade em área contínua).

Clorinda Danti é uma escola com cerca de 14 salas de aula, uma sala de informática, uma sala de artes, uma sala de brinquedos e uma biblioteca. Durante a coleta de dados, havia 310 alunos no período matutino e acontecia a transição de série e ano do ensino fundamental, sendo: primeiro ano (uma sala), segundo ano (duas salas), terceiro ano (quatro salas), terceira série (duas salas), quarta série (duas salas) e educação especial (três salas) (Figura 1).

Figura 1. Fachada da Escola Estadual Professora Clorinda Danti

A sala destinada à aplicação dos exames foi a sala de informática, a qual praticamente não é utilizada e situa-se no segundo andar do prédio, onde o ruído é menos intenso. Esta sala possui mesas, cadeiras, computadores e ventiladores, porém, foram utilizadas apenas mesas e cadeiras.

Os equipamentos utilizados para a realização dos testes, que serão descritos a seguir, foram montados diariamente, exceto a cabina acústica, a qual permaneceu instalada no mesmo local durante toda a coleta de dados (Figura 2).

Figura 2. Equipamentos utilizados para a aplicação dos testes

4.3 Materiais

4.3.1 Meatoscopia

Para a realização da meatoscopia foi utilizado o otoscópio da marca Heine, modelo mini 3000 (Figura 3).

Figura 3. Otoscópio utilizado na meatoscopia

4.3.2 Triagem por Teleaudiometria

O *software* foi instalado em um notebook (HP Pavilion® dv4000 com sistema operacional Microsoft Windows XP® Home Edition) com processador Intel® Centrino de 2.0 GHz, 1024MB de memória, Hard Disk (HD) de 100GB, gravador de DVD, placa de som SoundMAX Integrated Digital Audio® e tela de 15,4".

O fone de ouvido utilizado foi um TDH 39 com adaptador de conector P10 para P2 (Figuras 4 e 5).

Figura 4. Equipamento utilizado na Triagem por Teleaudiometria

Figura 5. Apresentação visual do software

4.3.3 Audiometria Tonal Convencional e Triagem Audiométrica por Varredura

Utilizou-se o audiômetro modelo GSI-68, marca Grason Stadler, fones de ouvido modelo TDH 39 e cabina acústica da marca Redusom, modelo RO 100. Todos estavam calibrados de acordo com a norma IEC 60645-1:1992 - *Pure tone audiometers* - e atendendo às Resoluções 365 e 364 do Conselho Federal de Fonoaudiologia (Figura 6).

Figura 6. Equipamentos utilizados para realização da Audiometria Tonal Convencional e da Triagem Audiométrica por Varredura

4.3.4 Medição de ruído

Para controlar o nível de ruído durante as triagens audiométricas (por teleaudiometria ou por varredura) assim como durante a audiometria tonal

convencional, foi utilizado o medidor de nível de pressão sonora DEC-460 (Figura 7).

Figura 7. Medidor de nível de pressão sonora

4.3.5 Imitanciometria

As imitanciometrias foram realizadas com o imitanciômetro Otoflex 100 da marca Madsen devidamente calibrado de acordo com a norma IEC 60645-5:1992 – Parte 5: Instrumentos para medição de impedância/admitância aural (Figura 8).

Figura 8. Equipamento utilizado na triagem imitanciométrica

4.4 Procedimentos

Todas as crianças que estudavam no período da manhã (310 crianças) foram convidadas a participar da pesquisa. No entanto, apenas 243 delas trouxeram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 2) e foram selecionadas para participarem.

Os alunos foram submetidos aos testes: triagem por teleaudiometria (em sala silenciosa, fora da cabina acústica), triagem audiométrica por varredura em cabina acústica e audiometria tonal convencional em cabina acústica, os quais foram realizados no mesmo dia e nesta ordem. A imitanciometria foi realizada em ordem aleatória e nem sempre no mesmo dia, porém, com intervalo não superior a uma semana. No caso de incompatibilidade entre os resultados da audiometria convencional e imitanciometria, uma nova avaliação completa foi realizada.

Durante os testes, foi mantido o medidor de nível de pressão sonora ligado para monitorar o nível de ruído ambiente e, nos intervalos das aulas, os testes eram suspensos, para que o ruído ambiente não interferisse nas avaliações. O nível máximo de ruído permitido na sala foi de 50dB(A), seguindo a norma ANSI-1999, para triagens audiométricas por varredura a 25dBNA, sem cabina acústica (ASHA, 1997).

Sendo assim, foram realizados os seguintes procedimentos:

4.4.1 Meatoscopia

Este método foi utilizado para avaliar se existia algum tipo de obstrução que pudesse interferir nos resultados obtidos.

4.4.2 Triagem por Teleaudiometria

Este procedimento foi desenvolvido por Campelo e Bento (2010) para ser executado na plataforma “.Net” de programação, com interface de cadastramento de pacientes e instituições, havendo a comunicação remota da interface ao banco de dados central via internet.

O *software* é executado em sistema operacional Windows XP® e necessita de placa de som para simular uma triagem audiométrica, porém, de modo automático. Por meio do *software*, tons puros de 1kHz, 2kHz e 4kHz a uma intensidade de 25dBNA são produzidos e emitidos a partir de um fone de ouvido (TDH 39). O algoritmo de execução e análise é semelhante ao recomendado pela ASHA (1997) para triagens audiométricas.

Previamente à execução da teleaudiometria, foi realizada uma calibração biológica, na qual uma pessoa com audição normal realizava a triagem audiométrica pelo *software* para cada um dos três tons (frequências de 1kHz, 2kHz e 4kHz) em cada uma das orelhas, a fim de garantir que a intensidade programada para 25dBNA não sofresse interferência do ruído do ambiente de teste, como pode ser visto nas Figuras 9 e 10.

Figura 9. Calibração biológica do *software*

Figura 10. Confirmação da intensidade do estímulo da calibração biológica

Após a calibração biológica, a triagem por teleaudiometria foi iniciada. A resposta do indivíduo avaliado foi dada pela pressão ao *mouse* ou barra de espaço (que deveria ocorrer até três segundos após a emissão do tom).

Os tons foram emitidos em intervalos aleatórios entre três e oito segundos para impedir que houvesse condicionamento frente ao tempo de aparecimento do estímulo.

Para a realização desta avaliação, as crianças foram orientadas previamente, da seguinte maneira: “você vai ouvir um apito –pi pi pi – e terá que apertar o botão de espaço (mostrado) toda vez que ouvir”.

Cabe ressaltar que após a instrução dada, cada criança foi questionada se havia compreendido e se estava preparada. Após a confirmação da criança, o *software* era iniciado. Após ouvir o primeiro estímulo, se não houvesse resposta da criança, pressionando a barra de espaço do *notebook*, o teste era interrompido e uma nova instrução era dada. Normalmente, nos casos de dificuldade, após esta nova instrução, a criança conseguia responder adequadamente ao teste. Enfatiza-se que esta triagem não foi realizada em cabina acústica.

Ao final da triagem por teleaudiometria, o resultado obtido foi gerado automaticamente pelo programa, sendo este positivo ou negativo. As respostas a dois de três tons emitidos a 25dBNA para todas as frequências testadas e para ambas as orelhas foram consideradas como triagem negativa (isto é, audição normal). A triagem foi classificada como positiva quando não houve resposta a pelo menos dois de três tons para qualquer frequência testada, sendo necessária uma avaliação complementar (possível alteração auditiva) – Figuras 11, 12, 13 e 14.

Figura 11. Exemplo de resultado final de uma triagem positiva

Figura 12. Teste finalizado de uma triagem positiva

Figura 13. Exemplo de resultado final de uma triagem negativa

Figura 14. Teste finalizado de uma triagem negativa

Este procedimento teve duração de cerca de cinco minutos, desde a instrução até a finalização.

4.4.3 Gerenciamento dos Dados

Inicialmente, foi realizado um cadastro das crianças no Banco de Dados Central, contendo: nome, idade, sexo e série.

Após a realização da triagem por Teleaudiometria, os dados eram automaticamente salvos pelo *software* e permaneciam armazenados no *notebook* até que fossem transmitidos (via internet) ao Banco de Dados Central para avaliação dos resultados e possíveis encaminhamentos.

Após o envio dos dados, o *software* gerava um relatório, encaminhado por e-mail para a pesquisadora responsável, que continha: os alunos cadastrados, as crianças testadas, as faltas, as crianças que falharam e que passaram, permitindo o acompanhamento de todo o processo.

4.4.4 Audiometria Tonal Convencional

Em seguida, foi realizada a determinação dos limiares auditivos por via aérea para as frequências de 500Hz, 1kHz, 2kHz e 4kHz, em ambas as orelhas, em cabina acústica.

Antes da execução do exame, a criança foi instruída da seguinte maneira: “você vai ouvir um apito – pi pi pi. Toda vez que você ouvir, levante a mão, mesmo se for bem baixinho”.

O método utilizado para a realização da audiometria foi o descendente e, sempre que o limiar encontrado era de 15dBNA ou superior,

foi realizada a pesquisa do limiar por via óssea. Esta pesquisa também foi realizada sempre que havia presença de alteração na imitanciometria, independente do limiar auditivo encontrado por via aérea. Os resultados foram anotados na folha de registro (Anexo 3) para posterior análise.

4.4.5 Triagem Audiométrica por Varredura

Baseada na norma da ASHA (1997) para triagens auditivas, foi feita a avaliação das frequências de 1kHz, 2kHz e 4kHz a 20dBNA, por meio de tons emitidos de forma pulsada, com três pulsos de aproximadamente 300ms. Esta triagem foi realizada manualmente, em cabina acústica.

As crianças foram instruídas previamente, do seguinte modo: “você vai ouvir um apito – pi pi pi. Sempre que você ouvir, levante a mão”.

Os resultados foram anotados na folha de registro (Anexo 3) para posterior análise.

4.4.6 Imitanciometria (Timpanometria e Pesquisa dos Reflexos Acústicos)

Realizada para determinar a existência ou não de alterações de orelha média. Conforme já mencionado anteriormente, a imitanciometria nem sempre foi realizada no mesmo dia dos outros procedimentos, mas nunca com intervalo entre os procedimentos superior a uma semana.

Os alunos foram retirados em número de dois ou três da sala de aula e levados à sala de testes. Previamente à imitanciometria, foi realizada novamente a meatoscopia (caso a imitanciometria fosse feita em um dia

diferente dos procedimentos anteriormente descritos) e, em seguida, a criança foi orientada a não se movimentar. A instrução dada foi: “você vai sentir uma pressão leve no ouvido e irá ouvir alguns apitos. Não precisa responder”.

A imitanciometria foi realizada automaticamente pelo equipamento (curva timpanométrica e pesquisa de reflexos acústicos ipsilaterais nas frequências de 500Hz, 1000Hz, 2000Hz e 4000Hz).

Os resultados foram anotados na folha de registro (Anexo 3) para posterior análise.

4.5 Critérios de análise para os testes realizados

De acordo com Russo et al. (2009), considerou-se perda auditiva para crianças até 12 anos, limiares auditivos superiores a 15dBNA na audiometria tonal convencional. Cabe ressaltar que se a via óssea fosse testada e houvesse *gap* VA-VO, bem como alteração na imitanciometria, mesmo na ausência de limiares por via aérea superiores a 15dBNA, este resultado foi considerado como alterado, sendo necessária avaliação audiológica complementar e encaminhamento para o médico otorrinolaringologista.

A triagem audiométrica por varredura foi classificada de acordo com os critérios de passa ou falha. O critério considerado “passa” corresponde a respostas para dois ou três tons, dos três estímulos emitidos, nas três frequências avaliadas (1kHz, 2kHz e 4kHz), e o critério “falha” foi considerado para respostas abaixo de dois tons, para os três estímulos

emitidos, em qualquer das frequências testadas, conforme a recomendação da ASHA (1997).

A triagem por teleaudiometria foi classificada automaticamente pelo *software*, seguindo o algoritmo de análise semelhante ao recomendado pela ASHA (1997) para triagens audiométricas, em triagem positiva ou negativa, conforme já descrito anteriormente.

A classificação da imitanciometria foi baseada na classificação de Jerger (1970) (Quadro 2):

Quadro 2 – Tipo e detalhamento da curva timpanométrica de acordo com Jerger (1970)

Curva timpanométrica	Especificação
Tipo A	Sistema tímpano-ossicular com mobilidade normal
Tipo Ar	Sistema tímpano-ossicular com baixa mobilidade
Tipo Ad	Sistema tímpano-ossicular com hiper-mobilidade
Tipo B	Sistema tímpano-ossicular sem mobilidade
Tipo C	Pressão de ar da orelha média negativa

As curvas timpanométricas do tipo B e C foram consideradas como “alteradas”, já que a primeira apresenta alteração na mobilidade do sistema tímpano-ossicular e a segunda apresenta pressão de ar na orelha média negativa.

Quanto aos reflexos acústicos ipsilaterais, os mesmos foram considerados alterados quando ausentes ou presentes em intensidades superiores a 100dBNA, de acordo com a classificação de Jerger et al. (1987).

4.6 Análise estatística

A amostra foi caracterizada quanto a idade, sexo e tipo de perda auditiva.

O teste quiquadrado (Fisher e van Belle, 1993) foi aplicado para comparar as distribuições dos resultados para a Audiometria convencional, Imitanciometria, Audiometria por varredura e Teleaudiometria nos dois sexos.

Para avaliar a habilidade diagnóstica da Teleaudiometria, Audiometria por varredura, Teleaudiometria e Imitanciometria, e comparação das avaliações em paralelo e em série (utilizadas para melhorar a sensibilidade ou a especificidade do programa de triagem), considerando a Audiometria convencional como padrão ouro, foram calculadas as medidas: sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo e acurácia. Como estas medidas são proporções, os intervalos de confiança para os parâmetros correspondentes foram obtidos por meio da construção de intervalos de confiança para proporções, como descrito por Fisher e van Belle (1993).

Cabe ressaltar que para a avaliação da habilidade diagnóstica dos testes, os resultados das duas orelhas foram considerados simultaneamente, ou seja, caso uma orelha estivesse alterada, o resultado para um determinado procedimento foi considerado alterado.

As proporções de falha na Teleaudiometria e Audiometria por varredura foram comparadas por meio do teste de McNemar (Fisher e van

Belle, 1993) e a concordância entre os dois testes foi avaliada através do coeficiente Kappa (Fisher e van Belle, 1993).

Nos testes de hipótese, foi fixado nível de significância de 0,05.

5. RESULTADOS

5.1 Caracterização da amostra

A amostra consistiu de 243 crianças, 125 (51,4%) do sexo feminino e 118 (48,6%) do sexo masculino. Um resumo descritivo da idade das crianças foi apresentado na Tabela 1.

Tabela 1- Resumo descritivo da Idade (em anos)

N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
243	8,3	1,6	6	8	15

A distribuição de frequências e porcentagens quanto ao resultado da audiometria tonal convencional para o tipo de perda nas duas orelhas foi apresentada na Tabela 2. Nota-se que a prevalência maior foi de audição normal para ambas as orelhas, seguida por perda auditiva condutiva.

Tabela 2- Distribuições de frequências e porcentagens quanto ao tipo de perda auditiva nas orelhas direita e esquerda

Tipo de perda	Orelha			
	Direita		Esquerda	
	N	%	N	%
CONDUTIVA	37	15,2	44	18,1
CONDUTIVA FREQ ISOLADA	6	2,5	2	0,8
NEUROSSENSORIAL	2	0,8	1	0,4
NORMAL	198	81,5	196	80,7
Total	243	100	243	100

Na Tabela 3 foi apresentado um resumo descritivo referente aos limiares auditivos tonais por via aérea, por frequência e por orelha. Da mesma forma, os *Box-plots* da Figura 15 representam os limiares auditivos da audiometria convencional por frequência. O mesmo tipo de gráfico foi construído para representar as médias dos limiares auditivos para as quatro frequências nas duas orelhas (Figura 16). Pode-se observar que as médias dos limiares auditivos, em todos os casos, encontram-se dentro da normalidade.

Tabela 3- Resumo descritivo referente aos limiares auditivos (em dBNA) nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz e para a média dos limiares auditivos (em dBNA) para as quatro frequências, na orelha direita e esquerda (n=243)

Orelha	Frequência (Hz)	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Direita	500	13,8	8,4	0	10	55
	1000	11,1	8,6	-5	10	50
	2000	8,3	9,3	-10	5	55
	4000	9,5	10,4	-10	10	60
	Média	10,7	8,2	-2,5	8,75	55
Esquerda	500	14,2	7,7	0	15	55
	1000	11,8	8,1	-5	10	60
	2000	9,2	8,2	-5	10	55
	4000	11,3	8,7	-5	10	70
	Média	11,6	7,3	-1,3	10	60

Figura 15. *Box-plots* referentes aos limiares auditivos (em dBNA) nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz nas orelhas direita e esquerda

Figura 16. *Box-plots* referentes às médias dos limiares auditivos (em dBNA) para as quatro frequências, na orelha direita e esquerda

5.2 Audiometria convencional – comparação por sexo

Considerando o resultado da audiometria convencional, categorizado em normal ou alterado, foi construída a Tabela 4, na qual estão representadas as distribuições de frequências e porcentagens do resultado do teste por sexo e total. No rodapé de cada tabela, encontram-se os p-valores obtidos no teste quiquadrado, aplicado para comparar as distribuições dos resultados da audiometria nos dois sexos. Nota-se que não há diferença estatisticamente significativa entre as distribuições nos dois sexos, porém o p-valor obtido para a orelha direita é próximo a 0,05, indicando que para a orelha direita houve mais resultados alterados no sexo feminino.

Tabela 4- Distribuições de frequências e porcentagens da Audiometria nos dois sexos nas orelhas direita e esquerda

Orelha direita				Orelha esquerda			
Sexo	Classificação		Total	Sexo	Classificação		Total
	Alterado	normal			alterado	normal	
Feminino	21	104	125	Feminino	19	106	125
	16,8%	83,2%	100,0%		15,2%	84,8%	100,0%
Masculino	10	108	118	Masculino	17	101	118
	8,5%	91,5%	100,0%		14,4%	85,6%	100,0%
Total	31	212	243	Total	36	207	243
	12,8%	87,2%	100,0%		14,8%	85,2%	100,0%
p=0,052				p=0,862			

5.3 Imitanciometria – comparação por sexo

Na Tabela 5 são encontradas as distribuições de frequências e porcentagens do resultado da imitanciometria nos dois sexos e total, nas orelhas direita e esquerda. Os p-valores obtidos no teste quiquadrado e apresentados no rodapé da tabela indicam que não há diferença significativa entre as distribuições dos resultados do teste nos dois sexos.

Tabela 5- Distribuições de frequências e porcentagens dos resultados da Imitanciometria nos dois sexos para as orelhas direita e esquerda

Orelha direita				Orelha esquerda			
Sexo	Resultado		Total	Sexo	Resultado		Total
	Falhou	Passou			Falhou	Passou	
Feminino	23	102	125	Feminino	21	104	125
	18,4%	81,6%	100,0%		16,8%	83,2%	100,0%
Masculino	19	99	118	Masculino	25	93	118
	16,1%	83,9%	100,0%		21,2%	78,8%	100,0%
Total	42	201	243	Total	46	197	243
	17,3%	82,7%	100,0%		18,9%	81,1%	100,0%
p=0,636				p=0,383			

5.4 Audiometria por varredura – comparação por sexo

As distribuições de frequências e porcentagens dos resultados da audiometria por varredura nos dois sexos e total, nas orelhas direita e esquerda, foram apresentadas na Tabela 6. Os p-valores obtidos no teste quiquadrado e apresentados no rodapé da tabela indicam que não há diferença significativa entre as distribuições dos resultados do teste para os dois sexos. Nota-se, entretanto, que o p-valor obtido para a orelha direita é próximo a 0,05, indicando que mais meninas falharam neste teste.

Tabela 6- Distribuições de frequências e porcentagens dos resultados na Audiometria por varredura nos dois sexos para as orelhas direita e esquerda

Orelha direita				Orelha esquerda			
Sexo	Resultado		Total	Sexo	Resultado		Total
	Falhou	Passou			Falhou	Passou	
Feminino	19	106	125	Feminino	15	110	125
	15,2%	84,8%	100,0%		12,0%	88,0%	100,0%
Masculino	9	109	118	Masculino	9	109	118
	7,6%	92,4%	100,0%		7,6%	92,4%	100,0%
Total	28	215	243	Total	24	219	243
	11,5%	88,5%	100,0%		9,9%	90,1%	100,0%
p=0,065				p=0,253			

5.5 Teleaudiometria – comparação por sexo

Para a Teleaudiometria, as distribuições de frequências e porcentagens dos resultados nos dois sexos e total, para as orelhas direita e esquerda, foram apresentadas na Tabela 7. Observando os p-valores apresentados no rodapé da tabela, conclui-se que não há diferença significativa entre as distribuições dos resultados do teste nos dois sexos.

Tabela 7- Distribuições de frequências e porcentagens dos resultados da Teleaudiometria nos dois sexos nas orelhas direita e esquerda

Orelha direita				Orelha esquerda			
Sexo	Resultado			Sexo	Resultado		
	Falhou	Passou	Total		Falhou	Passou	Total
Feminino	31	94	125	Feminino	24	101	125
	24,8%	75,2%	100,0%		19,2%	80,8%	100,0%
Masculino	21	97	118	Masculino	19	99	118
	17,8%	82,2%	100,0%		16,1%	83,9%	100,0%
Total	52	191	243	Total	43	200	243
	21,4%	78,6%	100,0%		17,7%	82,3%	100,0%
p=0,183				p=0,527			

5.6 Habilidade diagnóstica da Teleaudiometria e da Audiometria por varredura

Na Tabela 8 encontram-se as frequências e porcentagens dos resultados da teleaudiometria comparados à audiometria convencional. O mesmo tipo de tabela foi construído para a audiometria por varredura (Tabela 9). Nota-se, na Tabela 8, que 168 (69,1%) indivíduos passaram na audiometria convencional e na teleaudiometria, enquanto 28 (11,5%) falharam nos dois testes. Os resultados da Tabela 9 podem ser interpretados da mesma forma, ou seja, 172 (79%) indivíduos passaram na audiometria convencional e na audiometria por varredura, enquanto 31 (12,8%) falharam nos dois testes.

Tabela 8- Distribuições de frequências e porcentagens dos resultados da teleaudiometria comparada à audiometria convencional

Audiometria convencional	Teleaudiometria		Total
	Passou	Falhou	
Normal	168	27	195
	69,1%	11,1%	80,2%
Alterado	20	28	48
	8,2%	11,5%	19,8%
Total	188	55	243
	77,4%	22,6%	100,0%

Tabela 9- Distribuições de frequências e porcentagens dos resultados da audiometria por varredura comparada à audiometria convencional

Audiometria convencional	Varredura		Total
	Passou	Falhou	
Normal	192	3	195
	79,0%	1,2%	80,2%
Alterado	17	31	48
	7,0%	12,8%	19,8%
Total	209	34	243
	86,0%	14,0%	100,0%

Para avaliar a habilidade diagnóstica da teleaudiometria e da audiometria por varredura, considerando a audiometria convencional como padrão ouro, foram calculadas as medidas: sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo e acurácia. Os valores obtidos, bem como os intervalos de confiança de 95% foram apresentados

na Tabela 10 para a teleaudiometria e, na Tabela 11 para a audiometria por varredura.

Tabela 10- Sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo, acurácia e intervalos de confiança de 95%, referentes à teleaudiometria, considerando a audiometria convencional como padrão ouro

Medida	Valor observado	Intervalo de confiança (95%)
Sensibilidade	0,58	[0,44 ; 0,72]
Especificidade	0,86	[0,81 ; 0,91]
Valor preditivo positivo	0,51	[0,38 ; 0,64]
Valor preditivo negativo	0,89	[0,85 ; 0,94]
Acurácia	0,81	[0,76 ; 0,86]

Tabela 11- Sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo, acurácia e intervalos de confiança de 95%, referentes à audiometria por varredura, considerando a audiometria convencional como padrão ouro

Medida	Valor observado	Intervalo de confiança (95%)
Sensibilidade	0,65	[0,51 ; 0,78]
Especificidade	0,99	[0,97 ; 1,0]
Valor preditivo positivo	0,91	[0,82 ; 1,0]
Valor preditivo negativo	0,92	[0,88 ; 0,96]
Acurácia	0,92	[0,88 ; 0,95]

5.7 Concordância entre os resultados da Teleaudiometria e da Audiometria por varredura

Com o objetivo de avaliar a concordância entre os resultados da teleaudiometria e da audiometria por varredura, foi inicialmente construída a Tabela 12, na qual são encontradas as distribuições de frequências e porcentagens dos resultados dos dois testes. Pode-se observar que, das

243 crianças, 202 (83,2%) foram classificadas da mesma forma pelos dois testes. Nota-se ainda que a porcentagem de crianças que falharam na audiometria por varredura é menor que na teleaudiometria ($p=0,001$ - teste de McNemar).

Tabela 12- Distribuições de frequências e porcentagens dos resultados para a audiometria por varredura e para a teleaudiometria

Teleaudiometria	Audiometria por varredura		Total
	Passou	Falhou	
Passou	178	10	188
	73,3%	4,1%	77,4%
Falhou	31	24	55
	12,8%	9,9%	22,6%
Total	209	34	243
	86,0%	14,0%	100,0%

O valor observado do coeficiente Kappa foi de 0,443 (erro padrão =0,071), o que significa que há concordância moderada entre os dois testes.

5.8 Habilidade diagnóstica da Teleaudiometria aplicada em série ou em paralelo com a Imitanciometria

Foram inicialmente construídas as Tabelas 13 e 14, nas quais foram apresentadas as distribuições de frequências e porcentagens dos resultados da teleaudiometria feita em paralelo com a imitanciometria, comparados à audiometria convencional, e dos resultados da teleaudiometria feita em série com a imitanciometria, comparados à audiometria convencional, respectivamente. Nessas tabelas é possível observar as frequências e

porcentagens de crianças que passam ou falham nas combinações em paralelo (ou em série) da teleaudiometria com a imitanciometria, quando comparadas ao padrão ouro, que é a audiometria convencional.

Tabela 13 - Distribuições de frequências e porcentagens dos resultados da teleaudiometria em paralelo com a imitanciometria, comparados à Audiometria convencional

Audiometria	Paralelo		Total
	Passou	Falhou	
Normal	158	37	195
	65,0%	15,2%	80,2%
Alterado	1	47	48
	0,4%	19,3%	19,8%
Total	159	84	243
	65,4%	34,6%	100,0%

Tabela 14- Distribuições de frequências e porcentagens dos resultados da teleaudiometria em série com a imitanciometria, comparados à Audiometria convencional

Audiometria	Série		Total
	Passou	Falhou	
Normal	189	6	195
	77,8%	2,5%	80,2%
Alterado	24	24	48
	9,9%	9,9%	19,8%
Total	213	30	243
	87,70%	12,30%	100,00%

Os valores obtidos para sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo e acurácia dos testes em paralelo e em série, considerando a Audiometria convencional como padrão ouro, foram descritos nas Tabelas 15 e 16, respectivamente. Nas tabelas foram também apresentados os intervalos de confiança de 95% para os respectivos parâmetros.

Tabela 15- Sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo, acurácia e intervalos de confiança de 95% da combinação da teleaudiometria e da imitanciometria em paralelo, considerando a audiometria convencional como padrão ouro

Medida	Valor observado	Intervalo de confiança (95%)
Sensibilidade	0,98	[0,94 ; 1,0]
Especificidade	0,81	[0,75 ; 0,87]
Valor preditivo positivo	0,56	[0,45 ; 0,67]
Valor preditivo negativo	0,99	[0,98 ; 1,0]
Acurácia	0,84	[0,80 ; 0,89]

Tabela 16- Sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo, acurácia e intervalos de confiança de 95% da combinação da teleaudiometria e da imitanciometria em série, considerando a audiometria convencional como padrão ouro

Medida	Valor observado	Intervalo de confiança (95%)
Sensibilidade	0,50	[0,36 ; 0,64]
Especificidade	0,97	[0,94 ; 0,99]
Valor preditivo positivo	0,80	[0,66 ; 0,94]
Valor preditivo negativo	0,89	[0,84 ; 0,93]
Acurácia	0,89	[0,85 ; 0,93]

Para facilitar a comparação entre as diversas análises realizadas, foi construída a Tabela 17, que resume todos os valores obtidos para sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo e acurácia, referentes a todos os procedimentos.

Tabela 17 – Resumo dos valores de sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo e acurácia para todos os procedimentos, considerando a audiometria convencional como padrão ouro

Procedimentos	Sensibilidade	Especificidade	VPP	VPN	Acurácia
Teleaudiometria	58%	86%	51%	89%	81%
	(44-72%)	(81-91%)	(38-64%)	(85-94%)	(76-86%)
Varredura	65%	99%	91%	92%	92%
	(51-78%)	(97-100%)	(82-100%)	(88-96%)	(88-95%)
Testes em paralelo	98%	81%	56%	99%	84%
	(94-100%)	(75-87%)	(45-67%)	(98-100%)	(80-89%)
Testes em série	50%	97%	80%	89%	89%
	(36-64%)	(94-99%)	(66-94%)	(84-93%)	(85-93%)

6. DISCUSSÃO

Com o avanço da tecnologia, a aplicação da audiometria de modo automatizado (teleaudiometria) passou a ser, significativamente, mais viável. Os *softwares* podem ser utilizados em computadores portáteis e os dados transmitidos via internet (sincrônica ou assincronicamente), sendo armazenados em banco de dados central, o que permite a análise dos resultados remotamente, por especialistas ou mesmo o gerenciamento da saúde dos pacientes à distância (Swanepoel et al., 2010a; Swanepoel et al., 2010b; Swanepoel et al., 2010c; Swanepoel et al., 2010d).

Esta tecnologia permite um maior acesso à saúde auditiva para comunidades remotas, reduzindo custos e permitindo que, por exemplo, serviços de triagem auditiva “móveis” sejam disponibilizados, possibilitando que crianças de áreas com menores recursos físicos e humanos sejam avaliadas e acompanhadas por especialistas, sem que grandes deslocamentos se façam necessários (Smith et al., 2012; Yeung et al., 2013).

Para que isto ocorra, a criação e validação de protocolos de teleaudiometria são fundamentais para que possam ser utilizados dentro de programas de saúde rotineiros (Yeung et al., 2013).

Desta forma, o estudo em questão utilizou um *software* de teleaudiometria já existente, porém só testado em adultos (Campelo e Bento,

2010), e aplicou-o em escolares, buscando verificar a viabilidade e acurácia deste instrumento para esta população.

6.1 Considerações sobre o *software* para teleaudiometria

É importante destacar que o *software* utilizado na pesquisa em questão já estava previamente pronto. A equipe que desenvolveu o *software* e adaptou-o para crianças havia determinado a intensidade dos estímulos da teleaudiometria em 25dBNA, buscando evitar que fatores como ambiente do teste (ruído das escolas) e influências cabíveis à população alvo (como desatenção, entre outras) interferissem nos resultados.

Russo e Santos (1994) enfatizaram que fatores como atenção por parte da criança, compreensão do teste a ser realizado, estado emocional (medo, insegurança, cansaço), entre outros, devem ser considerados na avaliação audiológica pediátrica, para que os resultados sejam confiáveis.

Durante a aplicação da teleaudiometria, observou-se que, após a instrução dada à criança e o início do teste, algumas crianças não respondiam como deveriam (isto é, apertar a tecla espaço após ouvir o estímulo inicial de treino). Neste momento, era questionado se ela estava ouvindo o som e, se estivesse escutando, uma nova instrução era dada e o teste era reiniciado. Este aspecto deve ser levado em consideração em futuros estudos e no uso rotineiro deste dispositivo; a pessoa que irá aplicar o teste deve ser bem treinada também com relação a este aspecto, diminuindo assim o número de falsos positivos.

Em relação às frequências a serem testadas, que compunham a teleaudiometria, o *software* foi desenvolvido baseando-se na recomendação da ASHA (1997), a qual indica que triagens para detecção de perdas auditivas em escolares de cinco a 18 anos seja realizada por meio de audiometria (com fones de ouvido) nas frequências de 1kHz, 2kHz e 4kHz.

FitzZaland e Zink (1984) descreveram que as frequências de 500Hz a 2000Hz são as mais importantes para o reconhecimento da fala e, por isso, devem estar inclusas em triagens auditivas. No entanto, destacaram que a frequência de 500Hz, neste tipo de procedimento, pode ter interferência do ruído ambiental, mas chamaram a atenção para o fato de que 15% das crianças com perdas auditivas condutivas falham apenas nesta frequência.

Nesta época, a ASHA (1985) recomendava a triagem auditiva nas frequências de 500Hz a 4000Hz, sugerindo que 500Hz fosse omitida se houvesse muito ruído ambiente. Contudo, em 1997, a associação reviu sua posição e retirou 500Hz das recomendações para triagens auditivas, baseada no fato de que pela interferência do ruído, o número de falsos positivos aumentou muito. Acrescentou ainda que a retirada desta frequência não prejudicaria a sensibilidade do teste (ASHA, 1997; Lankford et al., 1999).

6.2 Caracterização da amostra e comparação entre os sexos

Participaram deste estudo 243 crianças do ensino fundamental I, com idade média de 8,3 anos (DP: 1,6), sendo 51,4% meninas e 48,6% meninos.

De acordo com a audiometria tonal realizada nestas crianças (Tabela 2), verificou-se que aproximadamente 16% das orelhas apresentaram perda auditiva condutiva (sendo que 11,1% das crianças apresentaram perda auditiva condutiva em ambas as orelhas), 1,6% das orelhas apresentaram perda auditiva condutiva em uma frequência isolada, 0,6% das orelhas apresentou perda auditiva neurossensorial e, a grande maioria, ou seja, cerca de 81% das orelhas, apresentou audição normal.

Estas porcentagens são semelhantes às encontradas por outros estudos da literatura, como por exemplo, o estudo de McPherson et al. (2010), que avaliaram 80 crianças de Hong Kong (com idades entre seis e oito anos), por meio de audiometria convencional e teleaudiometria, e verificaram que 11% destas falharam na audiometria convencional.

Araújo et al. (2002) realizaram avaliação audiométrica em escolares de sete a 14 anos e constataram 12% de crianças com perda auditiva condutiva e 76% com audição normal.

Smith et al. (2012) triaram 665 crianças aborígenes com idade média de oito anos e identificaram 78,95% delas com audição normal e 21,05% com alteração.

Sendo assim, os presentes achados estão de acordo com os dados da literatura (Araújo et al., 2002; Psillas et al., 2006; O'Connor et al., 2009;

McPherson et al., 2010; Boudewyns et al., 2011; Smith et al., 2012), que encontraram maior prevalência de normalidade quanto aos limiares auditivos e prevalência de perdas condutivas semelhantes em crianças.

No entanto, é importante mencionar que, em levantamento realizado por Olusanya (2001), as prevalências de perdas auditivas em escolares apresentaram valores variados, de 3,9% a 24,5%, sendo que as alterações de orelha média variaram de 7,3% a 36,2%. O autor explicou que esta grande variabilidade nas prevalências encontradas pode ser explicada pelo emprego de diferentes protocolos de avaliação, bem como pelas características das crianças que participaram dos diferentes estudos (idade, local de morada, condição socioeconômica, etc).

Em relação à média dos limiares auditivos (das frequências de 500Hz a 4000Hz) do grupo por orelha, independente do sexo, verificamos 10,7dBNA para a orelha direita e 11,6dBNA para a orelha esquerda. As médias dos limiares auditivos por frequências também se encontram dentro dos limites da normalidade para crianças (Tabela 3, Figuras 15 e 16). Este fato pode ser explicado pela maior prevalência de limiares auditivos normais nesta população (mais de 80% das crianças).

A pesquisa de Guida e Diniz (2008), com 150 crianças entre cinco e 10 anos, encontrou média dos limiares auditivos para as frequências de 500Hz a 2kHz de 14,46dBNA na orelha direita e 12,90dBNA na orelha esquerda, também sem diferença estatisticamente significativa entre as orelhas. A pequena diferença encontrada entre o referido estudo e os achados da presente investigação pode ser explicada pela ausência da

frequência de 4000 Hz na composição da média do estudo de Guida e Diniz (2008), já que esta frequência sofre menos interferência do ruído ambiental durante a avaliação e, assim, a média dos limiares auditivos calculada sem esta frequência pode ser mais elevada.

No que se refere à comparação por sexos dos diversos procedimentos, não houve diferença estatisticamente significativa para nenhum dos métodos (Tabelas 4 a 7). Outros estudos da literatura também não encontraram diferenças estatisticamente significantes entre os sexos para o número de resultados da avaliação auditiva alterados ou normais (Piatto e Maniglia, 2001; Samelli et al., 2012).

Em relação à imitanciometria, pôde ser observado um total de 17,3% de falhas na orelha direita e 18,9% de falhas na orelha esquerda (Tabela 5), porcentagens estas menores às encontradas por Smith et al. (2012) - 32% de falhas para a curva timpanométrica; por Etges et al. (2012) - 56,92% de falhas para a imitanciometria; e por Samelli et al. (2012) – 34,9% de falhas para a imitanciometria. Estas diferenças entre os vários estudos também podem ser explicadas pelas diferenças metodológicas empregadas, bem como pelas características diferentes das populações estudadas.

6.3 Habilidade diagnóstica da Teleaudiometria e da Audiometria por varredura

Em 1955, Ewing já afirmava que a técnica de audiometria por varredura vinha mostrando confiança e eficiência como um método de triagem auditiva para escolares.

Em revisão da literatura feita por Bamford et al. (2007), os autores verificaram que estudos os quais utilizavam a audiometria por varredura em escolares encontraram valores de sensibilidade (86% a 100%) e especificidade (70,2% a 99%) altos, confirmando a validade do teste em questão para identificação de perda auditiva em crianças.

Avaliando 102 sujeitos de três a dezenove anos, Halloran et al. (2009) identificaram 50% de sensibilidade e 78% de especificidade para a audiometria por varredura.

Os achados do presente estudo corroboram as investigações prévias, uma vez que, ao compararmos a audiometria tonal com a audiometria por varredura, constatamos que 79% das crianças passaram nos dois métodos, 12,8% falharam para ambos os métodos e 7% das crianças passaram na varredura e falharam na audiometria (Tabela 9).

Sendo assim, ao avaliarmos a habilidade diagnóstica da audiometria por varredura, encontramos 65% de sensibilidade e 99% de especificidade (Tabela 11), valores estes que se aproximam dos encontrados por estudos prévios para este método. Além disso, os valores preditivos positivo e negativo (Tabela 11) indicam uma alta probabilidade das crianças que falharem no teste realmente apresentarem perda auditiva, assim como das crianças com audição normal passarem, de fato, no teste.

Driscoll et al. (2001), realizando audiometria por varredura incluindo a frequência de 500Hz em 938 crianças, encontraram margem de falha equivalente a 8,9% para este método. O presente estudo encontrou uma margem de falha um pouco menor (8,2%).

A acurácia da audiometria por varredura obtida para o presente estudo foi de 92% (Tabela 11), sugerindo que este método é altamente confiável para identificar alterações auditivas em escolares, corroborando os achados da literatura (Ewing, 1955; ASHA, 1997; Bamford et al., 2007; Halloran et al., 2009).

Deve-se ressaltar que o valor de sensibilidade encontrado para o presente estudo (65%) pode ter sido influenciado pela presença de possíveis alterações condutivas, as quais, muitas vezes atingem apenas a frequência de 500 Hz (FitzZaland e Zink, 1984), a qual não é avaliada pela audiometria por varredura, mas é verificada na audiometria convencional.

Na comparação entre a teleaudiometria e a audiometria convencional (Tabela 8), identificamos que 69,1% das crianças passaram e 11,5% falharam nos dois métodos, ou seja, 80,2% das crianças passaram na audiometria convencional enquanto apenas 77,4% passaram na teleaudiometria. Este fato pode ser explicado tanto pelo fator atencional como pelas condições de ruído ambiental (audiometria realizada em cabina acústica e teleaudiometria realizada em ambiente sem tratamento acústico). Embora tentemos controlar estes fatores (tanto pela confirmação do entendimento das instruções para a teleaudiometria, como pelo monitoramento do ruído ambiental), eles podem ter influenciado nos resultados e, portanto, devem ser considerados em estudos futuros.

Na avaliação da habilidade diagnóstica da teleaudiometria, os valores encontrados para sensibilidade, especificidade, valores preditivos

positivo e negativo foram, respectivamente: 58%, 86%, 51% e 89% (Tabela 10).

McPherson et al. (2010), avaliando um método de audiometria feita por meio de computador em escolares, encontraram sensibilidade de 78% e especificidade de 92%, valores estes melhores que os do presente estudo. Os referidos autores ainda detectaram falha na audiometria feita por computador de 15%, enquanto nosso estudo teve 19,34% de falhas para a teleaudiometria. No entanto, deve-se ressaltar que os pesquisadores utilizaram critérios de análise muito diferentes da presente pesquisa: foi considerada alteração, tanto para a audiometria convencional como para a audiometria baseada em computador, apenas limiares auditivos superiores a 40dBNA, o que provavelmente contribuiu para os valores mais altos de sensibilidade e especificidade, uma vez que a identificação tanto das crianças com perda auditiva como das crianças com “audição normal” (neste caso, limiares auditivos abaixo de 40dBNA) é facilitada, principalmente para avaliações fora de cabina acústica, que contam com a interferência do ruído ambiental.

Campelo (2009), utilizando o mesmo *software* da presente pesquisa, porém, em 73 adultos e com diferentes critérios de classificação da perda auditiva, obteve os seguintes valores: sensibilidade – 86%, especificidade – 75%, valor preditivo positivo - 48% e valor preditivo negativo – 95%. A falha da teleaudiometria obtida nesta população foi de 21,9% (para o critério de Davis e Silverman, 1970). Nota-se, então, que alguns dos valores estão próximos aos observados no presente estudo. Mais uma vez, deve-se

considerar que as diferenças entre os resultados das pesquisas podem ser decorrentes dos diferentes critérios de classificação empregados, bem como da faixa-etária estudada (Samelli et al., 2012).

Ainda para a teleaudiometria, este estudo encontrou um valor de 81% de acurácia, o que indica confiabilidade e validade para este método.

Não foram encontrados na literatura outros estudos sobre este tema, ou seja, avaliação da teleaudiometria como forma de triagem, para possibilitar comparações adicionais, no que se refere à habilidade diagnóstica do método.

Os estudos de Givens et al. (2003), Givens e Elangovan (2003), Choi et al. (2007), Swanepoel et al. (2010b) e Swanepoel et al. (2010d), que também pesquisaram o uso da teleaudiometria, tiveram enfoques diferentes. Estes pesquisadores utilizaram a teleaudiometria na determinação dos limiares auditivos tonais e não com critérios de passa/falha. Os resultados destes trabalhos, em sua maioria, estão expressos em quantos dB os limiares determinados por teleaudiometria diferem dos limiares determinados pela audiometria convencional. Além disso, todos estes estudos foram desenvolvidos com adultos. No entanto, cabe ressaltar que eles são unânimes em afirmar que a teleaudiometria fornece dados confiáveis, semelhantes aos obtidos pela audiometria convencional.

Quando comparados os valores de sensibilidade, especificidade, valores preditivos positivo e negativo, assim como de acurácia entre a audiometria por varredura e teleaudiometria (Tabelas 10 e 11), verifica-se que para a audiometria por varredura eles são um pouco melhores.

Acreditamos que a maior influência para esta diferença foi a realização da teleaudiometria fora da cabina acústica. A teleaudiometria apresentou 27 crianças com audição normal que falharam, enquanto a audiometria por varredura teve apenas três crianças com audição normal que falharam.

Mesmo com o monitoramento do ruído realizado durante a coleta de dados, o ambiente escolar é sabidamente um local ruidoso. O monitoramento do ruído foi realizado por meio de leituras instantâneas, em virtude das características do próprio medidor de nível de pressão sonora empregado. Desta forma, picos de ruído (mesmo que subjetivamente imperceptíveis para a avaliadora) podem ter ocorrido em alguns momentos e, assim, podem ter influenciado em algumas medidas, principalmente no caso da teleaudiometria, que foi realizada fora da cabina, enquanto a audiometria por varredura contava com o isolamento acústico da cabina.

No entanto, apesar desta possível limitação do presente estudo, cabe enfatizar que nos locais onde porventura a teleaudiometria for utilizada, no futuro (por exemplo, escolas em áreas remotas), provavelmente não existam medidores de níveis de pressão sonora. Assim, é importante que resultados obtidos em ambientes reais sejam considerados. Obviamente, cuidados básicos como a escolha de uma sala silenciosa e a suspensão dos testes durante intervalos das aulas ou outros momentos com maior ruído devem ser tomados e os avaliadores devem estar atentos a estas questões.

Outra possibilidade a ser levada em conta é a utilização de fones blindados ou com cancelamento ativo de ruído, os quais podem contribuir

para que haja uma menor interferência do ruído ambiental em triagens desta natureza (Lo e McPherson, 2013).

6.4 Concordância entre os resultados da Teleaudiometria e da Audiometria por varredura

Ao avaliarmos a concordância dos resultados da teleaudiometria e da audiometria por varredura, pôde-se observar que, das 243 crianças, 202 (83,2%) foram classificadas da mesma forma nos dois testes (73,3% passaram e 9,9% falharam) (Tabela 12). Para esta análise, obtivemos um coeficiente Kappa de 0,443, que mostra que existe concordância moderada entre os métodos.

Novamente, a questão atencional (Russo e Santos, 1994) e o ambiente de teste podem ter influenciado nas respostas obtidas (Bamford et al., 2007).

De qualquer maneira, embora a teleaudiometria apresente valores de sensibilidade e especificidade menores que da audiometria por varredura, estes dois métodos mostraram concordância moderada e acurácia com valores altos.

6.5 Habilidade diagnóstica da Teleaudiometria aplicada em série ou em paralelo com a Imitanciometria

As análises de métodos diagnósticos em série e em paralelo são utilizadas para melhorar a sensibilidade ou a especificidade de um programa de triagem. Na combinação em série, um primeiro teste é realizado e, se o

resultado for positivo, o segundo teste também será feito; este tipo de análise melhora a especificidade do programa de triagem. Já na combinação em paralelo, ambos os testes são realizados em um mesmo momento, sendo que qualquer dos testes positivos identifica um caso; esta análise melhora a sensibilidade do programa de triagem (Neves et al., 2003; Samelli et al., 2012).

No caso desta pesquisa, pensamos na realização da teleaudiometria inicialmente, e, caso houvesse falha, da imitanciometria (na abordagem em série). Na combinação em paralelo, ambos os procedimentos seriam realizados na mesma oportunidade.

Analisando as combinações da teleaudiometria e da imitanciometria (Tabela 13 e 15), observou-se que 80,2% crianças passaram na audiometria convencional, enquanto 65,4% passaram na teleaudiometria feita em paralelo com a imitanciometria. Por tratar-se de um teste objetivo, a avaliação imitanciométrica alterada, indicativa de alteração de orelha média ou disfunção tubária, sugere que houve a detecção de possíveis alterações iniciais e/ou subclínicas pela imitanciometria, as quais não foram detectadas pela audiometria tonal ou pela teleaudiometria, o que explicaria o maior número de falhas na imitanciometria (realizada em paralelo com a teleaudiometria) em comparação com as falhas da audiometria tonal (Colella-Santos et al., 2009).

Os valores observados para sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo e acurácia foram, respectivamente: 98%, 81%, 56%, 99% e 84%. Desta forma, pode-se observar que esta

combinação de procedimentos apresenta alta sensibilidade, ou seja, alta confiabilidade na detecção dos verdadeiros-positivos, bem como na identificação dos verdadeiros-negativos (especificidade), embora este valor seja um pouco menor que o primeiro.

Pesquisando habilidade diagnóstica de testes em paralelo para triagem auditiva, utilizando procedimentos diferentes (questionário associado à imitanciometria), Samelli et al. (2012) encontraram valores de 95% a 97% para sensibilidade, 35% a 55% para especificidade e 49% a 55% para acurácia. Desta forma, os achados do presente estudo mostraram sensibilidade semelhante e valores de especificidade e acurácia melhores, quando comparados ao referido estudo.

Deve-ser ressaltar que o procedimento em paralelo, utilizando a imitanciometria como um dos testes, tem a vantagem de melhorar a identificação dos casos verdadeiro-positivos em virtude da objetividade deste instrumento (Colella-Santos et al., 2009). No entanto, tem a desvantagem de aumento do custo da triagem, já que exige equipamento específico e profissional habilitado para a realização da triagem (Samelli et al., 2012).

Na análise em série (Tabelas 14 e 16), 80,2% das crianças passaram na audiometria, enquanto 87,7% passaram na triagem constando da teleaudiometria seguida pela imitanciometria, para aqueles que falharam no primeiro procedimento. Os valores obtidos para esta análise foram: 50% para sensibilidade, 97% para especificidade, 80% para valor preditivo positivo, 89% para valor preditivo negativo e 89% para acurácia.

Olusanya (2001) verificou para a análise em série de dois procedimentos (questionário e otoscopia com a timpanometria) para triagem auditiva em escolares, sensibilidade de 60% e especificidade de 58%. Já Samelli et al. (2012), para análise em série do questionário seguido pela imitanciometria, para aqueles que falharam, encontraram 60 a 95% para sensibilidade, 62 a 88% para especificidade e 68 a 76% para acurácia. Ambos os estudos citados tiveram sensibilidade um pouco melhor que a encontrada na presente pesquisa para a análise em série. No entanto, a especificidade obtida foi melhor, quando comparada com estes estudos, bem como a acurácia.

É importante lembrar que a realização dos procedimentos em série, em comparação com os procedimentos em paralelo, reduz os custos da triagem auditiva, uma vez que somente aqueles que realizarem a teleaudiometria e falharem serão submetidos à imitanciometria.

Bess e Paradise (1994) já haviam enfatizado que os cálculos dos custos de programas de triagem devem levar em consideração não somente o custo direto dos procedimentos de triagem, mas também os custos das avaliações que deverão ser feitas como consequência da triagem. Por esta razão, valores de especificidade mais elevados são desejáveis, visando a redução dos custos associados com os resultados dos falsos-positivos (ausência dos pais no trabalho, transporte para realização dos testes, bem como procedimentos e testes desnecessários).

Sendo assim, com base em tudo que foi discutido anteriormente e analisando-se a Tabela 17, que resume os dados referentes à habilidade

diagnóstica dos testes, podemos concluir que a abordagem com maior sensibilidade é a dos testes em paralelo, enquanto a melhor em termos de especificidade é a dos testes em série. Considerando-se os custos da triagem, tanto diretos quanto indiretos, bem como levando-se em conta a acurácia, sugerimos que a abordagem mais coerente seria a realização da teleaudiometria na escola, com o auxílio de profissionais da própria escola, não especializados em audiologia. Para aquelas crianças que falharem, sugere-se então a realização da imitanciometria, na própria escola, por fonoaudiólogo. Só então as crianças que também falharem na imitanciometria serão encaminhadas para avaliação audiológica completa, fora do ambiente escolar.

No entanto, esta opção “em série” pode não ser viável para todas as localidades, tanto pela ausência de profissionais habilitados como pela falta de equipamentos específicos. Nestes casos, ressalta-se a importância do uso da teleaudiometria, em detrimento da audiometria por varredura, embora os valores de sensibilidade, especificidade e acurácia da teleaudiometria sejam um pouco menores que da audiometria por varredura.

Deve-se considerar que a acurácia da teleaudiometria (81%) ficou próxima à acurácia dos testes em paralelo (84%), bem como a especificidade foi superior. Já a sensibilidade da teleaudiometria sozinha (58%) foi superior à sensibilidade dos testes em série (50%). Isto posto, fica evidente que a teleaudiometria apresenta confiabilidade diagnóstica para triagem auditiva comparável a outros procedimentos, além de apresentar vantagens em relação aos outros métodos (Choi et al., 2007; Yao et al.,

2009; Seren, 2009; McPherson et al., 2010; Swanepoel et al., 2010b; Swanepoel e Hall, 2010; Campelo e Bento, 2010), tais como:

- o teste não exige audiômetro ou imitanciômetro para ser realizado; o software pode ser instalado em computador compatível, que provavelmente está disponível na maioria das escolas;

- o fone TDH adaptado para emissão dos estímulos tem custo infinitamente menor que a aquisição de um audiômetro;

- a teleaudiometria é realizada automaticamente e pode ser aplicada por um profissional não especializado, desde que treinado e supervisionado por fonoaudiólogo;

- a teleaudiometria pode ser realizada fora de cabina acústica, desde que a sala seja silenciosa, conforme já discutido anteriormente;

- a análise dos resultados passa/falha (determinados automaticamente pelo *software*) pode ser realizada remotamente por fonoaudiólogos que se encontram em outras localidades, após a transferência dos resultados via internet para o banco de dados central;

- o gerenciamento do seguimento das crianças que falharam pode ser feito remotamente, também por fonoaudiólogo situado em outra localidade.

CONCLUSÃO

7. CONCLUSÃO

A Teleaudiometria mostrou confiabilidade e viabilidade como método de triagem auditiva em escolares. Em relação aos objetivos específicos iniciais, concluímos que:

- a) Em relação ao perfil auditivo dos escolares avaliados, mais de 80% das crianças apresentaram limiares auditivos normais, considerando-se a audiometria convencional;
- b) A Teleaudiometria apresentou 58% de sensibilidade, 86% de especificidade, 51% de valor preditivo positivo, 89% de valor preditivo negativo e 81% de acurácia. A Audiometria por varredura apresentou 65% de sensibilidade, 99% de especificidade, 91% de valor preditivo positivo, 92% de valor preditivo negativo e 92% de acurácia.
- c) Os métodos de triagem (Teleaudiometria e Audiometria por varredura) mostraram concordância moderada entre si (coeficiente Kappa de 0,443);
- d) As análises em série e em paralelo da Teleaudiometria combinada à Imitanciometria mostraram os seguintes valores – em paralelo: 98% de sensibilidade, 81% de especificidade, 56% de valor preditivo positivo, 99% de valor preditivo negativo e 84% de acurácia; em série: 50% de sensibilidade, 97% de especificidade, 80% de valor preditivo positivo, 89% de valor preditivo negativo e 89% de acurácia.

8. ANEXOS

ANEXO A. Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de **20.10.2010**, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº **257/10** intitulado: "Teleaudiometria: um novo método de triagem em escolares" e seus anexos, apresentado pelo Departamento de **Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional**.

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar ao CEP-FMUSP, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa.

Pesquisador (a) Responsável: Alessandra Giannella Samelli
Pesquisador (a) Executante: Máine Botasso

CEP-FMUSP, 20 de outubro de 2010.

Prof. Dr. Eduardo Massad
Coordenador
Comitê de Ética em Pesquisa

ANEXO B. Ciência da Mudança de Título do Comitê de Ética em Pesquisa

CIÊNCIA

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de **19.02.14**, **TOMOU CIÊNCIA DA MUDANÇA DE TÍTULO** do Protocolo de Pesquisa nº **257/10** intitulado: “Teleaudiometria: um novo método de triagem em escolares” para: “Teleaudiometria como método de triagem em escolares”, apresentado pelo Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional.

Pesquisador(a) Responsável: Alessandra Giannella Samelli

Pesquisador(a) Executante : Máine Botasso

CEP-FMUSP, 20 de Fevereiro de 2014.

Prof. Dr. Roger Chammas
Coordenador
Comitê de Ética em Pesquisa

ANEXO C. Termo de Consentimento Livre Esclarecido

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

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

DADOS SOBRE A PESQUISA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA **Teleaudiometria: um novo método de triagem em escolares**
 PESQUISADOR : MAÍNE BOTASSO
 CARGO/FUNÇÃO: FONOAUDIÓLOGA MESTRANDA CRFa 15015/SP
 DOCENTE / RESPONSÁVEL: Profª Dra ALESSANDRA GIANNELLA SAMELLI CRFa: 7614-2
 UNIDADE DO HCFMUSP: Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da FMUSP
3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA: X RISCO MÍNIMO ☐ RISCO BAIXO ☐ RISCO MÉDIO ☐ RISCO MAIOR ☐
4. DURAÇÃO DA PESQUISA : 1 ano

Essas informações estão sendo fornecidas para sua participação voluntária neste estudo, que visa realizar uma triagem da audição por meio de um computador (teleaudiometria) e por meio de um audiômetro. Este estudo tem o objetivo de verificar se a avaliação da audição pelo computador é semelhante à avaliação feita através do audiômetro. Estes testes indicarão como a criança está ouvindo. Primeiramente será realizada uma inspeção da orelha com otoscópio para verificar a ausência de obstrução por cera, que pode interferir no resultado dos outros testes. Depois serão realizados os testes com o computador e o audiômetro - quando você escutar qualquer apito, por menor que seja, por meio de fones de ouvido, deverá responder. Em seguida será realizada a imitanciométrica, com a colocação de uma sonda (de borracha) em sua orelha, que emitirá alguns apitos mais altos, mas não necessita de nenhuma resposta; você só deve permanecer em silêncio e sem se movimentar por alguns segundos.

Os procedimentos referidos acima não oferecem nenhum risco ou desconforto.

Não há benefício direto para o participante, além de receber o exame indicando como está sua audição.

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. Os investigadores são a Fga. Maíne Botasso e a Profa. Dra. Alessandra G. Samelli, que podem ser encontradas no endereço Rua Cipotânea 51 Cidade Universitária, tel.: 3091-8442. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Ovídio Pires de Campos, 225 – 5º andar – tel: 3069-6442 ramais 16, 17, 18 ou 20, FAX: 3069-6442 ramal 26 E-mail: cappesq@hcnnet.usp.br

É garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade de seu tratamento na Instituição.

As informações obtidas serão analisadas em conjunto com outros pacientes, não sendo divulgada a identificação de nenhum paciente.

Asseguramos o seu direito em ser mantido atualizado sobre os resultados parciais da pesquisa ou de resultados que sejam do conhecimento dos pesquisadores.

Não haverá despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não haverá compensação financeira relacionada à sua participação, não havendo ressarcimento quanto a despesas de transporte. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

Asseguramos que os resultados de seus exames serão utilizados somente para esta pesquisa.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo "Teleaudiometria: um novo método de triagem em escolares". Eu discuti com a Fga. Máine Botasso e com a Profa. Dra. Alessandra G Samelli sobre a minha decisão em autorizar a participação de meu filho nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

X

Assinatura do paciente/representante legal

Data ____/____/____

ANEXO D. Folha de Registro da Triagem

TRIAGEM AUDITIVA ESCOLAR

1) Identificação

Nome: _____

Idade: _____ DN: _____

Classe: _____ Data da avaliação: _____

Avaliador: _____

2) Meatoscopia

	Sem obstrução	Com obstrução
OD		
OE		

3) Timpanometria

	CAE	Pressão (daPa)	Complacência (ml)	PASSOU	FALHOU
OD					
OE					

4) Reflexos (95dB)

	OD		OE	
500Hz	() presente	() ausente	() presente	() ausente
1kHz	() presente	() ausente	() presente	() ausente
2kHz	() presente	() ausente	() presente	() ausente
4kHz	() presente	() ausente	() presente	() ausente

5) Varredura (20dB)

	1kHz	2kHz	4kHz	PASSOU	FALHOU
OD					
OE					

6) Audiometria

	0,5 kHz	1kHz	2kHz	4kHz
OD				
OE				

7) Software

PASSOU ()

FALHOU ()

8) Resultado da triagem

PASSOU () FALHOU ()

NECESSITA AVALIAÇÃO AUDIOLÓGICA COMPLETA: () SIM () NÃO

REFERÊNCIAS

9. REFERÊNCIAS

American Academy of Audiology (AAA). Childhood Hearing Screening Guidelines. 2011. [citado em out 2013]. Disponível em: http://www.cdc.gov/ncbddd/hearingloss/documents/aaa_childhood-hearing-guidelines_2011.pdf

American Nation Standards Insitute. *Maximum permissible ambient noise levels for audiometric test rooms*. New York: The Institute, 1999.

Araújo SA, Moura JR, Camargo LA, Alves W. Avaliação auditiva em escolares. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2002 mar/abr; 68(2):263-6.

Bamford J, Fortnum H, Bristow K, Smith J, Vamvakas G, Davies L, et al. Current practice, accuracy, effectiveness and cost-effectiveness of the school entry hearing screen. *Health Technol Assess*. 2007;11(32):1-168.

Bashshur RL, Armstrong PA. Telemedicine: A New Mode for the Delivery of Health Care. *Inquiry*. 1976 sep;13(3):233-244.

Bashur R, Lovett J. Assessment of telemedicine: results of the initial experience. *Aviat Space Environ Med*. 1977Jan;48(1):65-70.

Bess FH, Paradise JL. Universal screening for infant hearing impairment: not simple, not risk-free, not necessarily beneficial, and not presently justified. *Pediatrics*. 1994;93:330-4.

Bonita R, Beaglehole R, Kjellstrom T. *Basic epidemiology*. 2nd ed. Geneva:WHO; 2006.

Boudewyns A, Declau F, Van den Ende J, Van Kerschaver E, Dirckx S, Hofkens-Van den Brandt A, Van de Heyning P. Otitis Media With Effusion: An Underestimated Cause of Hearing Loss in Infants. *Otol Neurotol*. 2011; 32(5):799-804.

Campelo VES. *Teleaudiometria: um método de baixo custo para triagem auditiva* [tese]. São Paulo: FMUSP; 2009.

Campos PD, Ferrari DV. Teleaudiology: evaluation of teleconsultation efficacy for hearing aid fitting. *J. Soc. Bras. Fonoaudiol*. 2012;24(4):301-8.

Campelo VES, Bento RF. Teleaudiometria Automática: Um Método de Baixo Custo para Triagem Auditiva. *Arq. Int. Otorrinolaringol*. 2010;14(1):82-89.

Carvallo RMM, Couto MIV. Imitanciometria. In: Fernandes FDM, Mendes BCA, Navas ALPGP, organizadoras. *Tratado de Fonoaudiologia*. 2a ed. São Paulo: ROCA; 2010.p.108-17.

Cecatto SB, Garcia RID, Costa KS, Abdo TRT, Rezende CEB, Rapoport PB. Análise das principais etiologias de deficiência auditiva em Escola Especial “Anne Sullivan”. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia* (São Paulo). 2003;69(2):235-40.

Centers for Disease Control and Prevention. *Avaliação de Teste de Triagem para Pesquisa de Anticorpos contra o Vírus da Imunodeficiência Humana*. Tradução Eliseu Alves Waldman. 1999;1-21.

Choi JM, Lee HB, Park CS, Oh SH, Park KS. PC-based tele-audiometry. *Telemed J E Health*. 2007;13(5):501-8.

Choi W, Rho MJ, Park J, Kim KJ, Kwon YD, Choi IY. Information system success model for customer relationship management system in health promotion centers. *Health Inform Res*. 2013 Jun;19(2):110-20.

Colella-Santos MF, Bragato GR, Martins PMF, Dias AB. Triagem auditiva em escolares de 5 a 10 anos. *Rev Cefac*. 2009 Out/Dez;11(4):644-53.

Conselho Federal de Fonoaudiologia. Nº de Fonoaudiólogos do Brasil Por REGIONAL [citado mar 2013]. Disponível em: <http://www.fonoaudiologia.org.br>

Conselho Federal de Fonoaudiologia. Resoluções [citado jan 2014]. Disponível em: <http://www.fonoaudiologia.org.br/cffa/index.php/resolucoes/>

Conselhos Federal e Regionais de Fonoaudiologia. *Ambiente Acústico em Cabina/Sala de Teste*: Orientações dos Conselhos de Fonoaudiologia para o Ambiente Acústico Na Realização de Testes Audiológicos. 2010;1- 24.

Date CJ. *Introdução a Sistema de BANCOS DE DADOS*. 7th ed. Tradução de Vandenberg D. de Souza. Rio de Janeiro: Campus; 2000.

Davis H, Silverman SR. Auditory test hearing aids. In: Davis H, Silverman SR. *Hearing and Deafness*. Rinehart and Witson: Holt, 1970.

Driscoll C, Kei J, McPherson B. Outcomes of transient evoked otoacoustic emission testing in 6-year-old school children: a comparison with pure tone screening and tympanometry. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2001;57:67–76.

Eikelboom RH, Atlas MD. Attitude to telemedicine, and willingness to use it, in audiology patients. *J Telemed Telecare*. 2005;11:22-5(Suppl 2).

Eisenbach G. What is e-health? *J Med Internet Res*. 2001 Apr/Jun;3(2):20.

Etges CL, Reis MCP, Menegotto IH, Sleifer P, Soldera CLC. Achados na Triagem Imitanciométrica e de Processamento Auditivo em Escolares. *Rev Cefac*. 2012 Nov/Dez;14(6):1098-107.

Ewing A. The sweep-frequency method of making screening tests of the hearing of schoolchildren. *BMJ*. 1955;4904:41-2.

Fabry D. Applications of Telehealth for Hearing Care. *Audiology Today*. 2010.p.18-25.

Ferrari DV. Therapeutic Patient Education via Tele-audiology: Brazilian Experiences. *Hearing Review*. 2012 oct;19(11):40-43.

Field JM, editor. *Telemedicine: A Guide to Assessing Telecommunications for Health Care*. Committee on Evaluating Clinical Applications of Telemedicine, Institute of Medicine; 1996.

Fisher LD, van Belle G. *Biostatistics*. New York: John Wiley & Sons; 1993.

FitzZaland RE, Zink GD. A comparative study of hearing screening procedures. *Ear Hear*. 1984 Jul-Aug;5(4):205-10.

Fundação Otorrinolaringologia. Ações Socias: Quem ouve bem, aprende melhor! 2004. [citado jan 2013]. Disponível em: http://www.forl.org.br/campanhas.asp?id_acao=2

Galster J, Abrams H. Are You Ready for Remote Hearing Aid Programming? *Hearing Review*. 2012 oct;19(11):26-8.

Givens GD, Blanarovich A, Murphy T, Simmons S, Blach D, Elangovan S. Internet-based tele-audiometry system for the assessment of hearing: a pilot study. *Telemed J e Health*. 2003;9(4):375-8.

Givens GD, Elangovan S. Internet Application to Tele-Audiology—"Nothin' but Net". *American Journal of Audiology*. 2003;12:59-65.

Gomes MSR. *Plano de ação participativa para a identificação da deficiência auditiva em crianças de 3 a 6 anos de idade de uma comunidade de baixa renda [tese]*. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2004.

Guida HL, Diniz TH. Audiological Profile in Children Aging from 5 to 10 Years. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2008;12(2):224-29.

Guidelines for audiologic screening. *American Speech-Language-Hearing Association* [on-line]. 1997 [citado fev 2013]. Disponível em: <http://www.asha.org/policy/GL1997-00199.htm>

Green JD, Postma DS, Giddings NA, Sapp KR, Skinner T. Computerized medical record in a private neurotology practice. *AM J Otol*. 2000;21(4):589-94.

Hayes D. Infant Diagnostic Evaluations Using Tele-audiology. *Hearing Review*. 2012 oct;19(11):30-1.

Halloran DR, Hardin JM, Wall TC. Validity of Pure-Tone Hearing Screening at Well-Child Visits. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2009;163(2):158-63.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [citado jun 2012]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>

IEC 60645-1. *Eletroacoustics* – Audiometric equipment. Part 1 – Pure tone audiometers; 1992.

IEC 60645-5. *Eletroacoustics* –Audiometric equipment . Part 5 - Instruments for the measurement of aural acoustic impedance/admittance; 1992.

Jacobs PG, Silaski G, Wilmington D, Gordon S, Helt W, Mcmillan G, Fausti Sa, Dille M. Development and evaluation of a portable Audiometer for high-frequency screening of Hearing loss from ototoxicity in homes/clinics. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2012 Nov;59(11):3097-103.

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

Jerger J, Oliver TA. Suprathreshold abnormalities of the stapedius reflex in acoustic tumor: a series of case reports. *Ear and Hearing.* 1987;8:131-9.

Krumm M. Audiology telemedicine. *J Telemed Telecare.* 2007;13(5):224-9.

Krumm M, Ribera J, Klich R. Providing basic hearing tests using remote computing technology. *J Telemed Telecare.* 2007;13(8):406-10.

Lacerda ABM, Ribas A, Siqueira MMP. Triagem auditiva escolar: uma justificativa para sua realização. *Jornal Brasileiro de Fonoaudiologia* (Curitiba). 2002;3(12):229-32.

Lancaster P, Krumm M, Ribera J. Remote hearing screenings via telehealth in a rural elementary school. *Am J Audiol*. 2008;17(2):114–22.

Lankford JE, Perrone DC, Thunder TD. Ambient noise levels in mobile audiometric testing facilities: compliance with industry standards. *AAOHN J*. 1999 Apr;47(4):163-7.

Lewis D, Fichino SN, Mendes B. *Diagnóstico Precoce: Benefícios e Desafios*. First Latin American Pediatric Conference Phonak. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2007.

Lo AHC, McPherson B. Hearing screening for school children: utility of noise-cancelling headphones. *BMC Ear, Nose and Throat Disorders*. 2013;13:6.

McPherson B, Law MM, Wong MS. Hearing screening for school children: comparison of low-cost, computer-based and conventional audiometry. *Child Care Health Dev*. 2010 May;36(3):323-31.

Ministério da Saúde. Portal da Saúde. Anexo I - Normas para o Atendimento em Saúde Auditiva 2010 [citado jun 2012]. Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/sas/sapd/visualizar_texto.cfm?idtxt=22643.

Musiek FE, Rintelmann WF. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva*. São Paulo: Manole; 2001.

Neves DD, Dias RM, Cunha AJLA. "Testes diagnósticos 3: Como utilizá-los na prática clínica". *PULMÃO RJ*. 2003;12(4):257-260.

Nemes J. Tele-audiology, a once-futuristic concept, is growing into a worldwide reality. *The Hearing Journal*.2010;63(2):19-24.

Norris AC. Essentials of Telemedicine and Telecare. New York: John Wiley & Sons; 2001.

Northern JL. Extending Hearing Healthcare: Tele-audiology. *Hearing Review*. 2012 oct;19(11): 12-6.

Northern JL, Downs MP. *Audição na infância*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2005.

NSW Department Of Health Evaluation Of The Statewide Infant Screening – Hearing (Swish) Program Final Report. *Health Outcomes International*. 2011, p.1-102.

O'Connor T, Perry CF, Lannigan FJ. Complications of otitis media in Indigenous and non-Indigenous children. *Med J Aust*. 2009;191(9):S60-S64.

Olusanya B. Early Detection of Hearing Impairment in a Developing Country: What Options? *Audiology*. 2001;40:141-147.

Perednia DA, Allen A. Telemedicine Technology and Clinical Applications. *JAMA*. 1995;273(6):483-8.

Piatto VB, Maniglia JV. Avaliação da audição em crianças de 3 a 6 anos em creches e pré-escolas municipais. *J. Pediatr*. [online]. 2001;77(2):124-30. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0021-5572001000200013&lng=en&nrm=iso

Pierrakeas C, Georgopoulos V, Malandraki G. Online collaboration environments in telemedicine applications of speech therapy. *Conf Proc IEEE Eng. Biol. Soc.* 2005;2:2183-6.

Proceedings of the Conference on the Planning and Production of Speech in Normal and Hearing-Impaired Individuals. *American Speech-Language-Hearing Association* [on-line]. 1985 [citado nov 2013]. Disponível em: <http://www.asha.org/uploadedFiles/publications/archive/ASHAReports15.pdf>

Psillas G, Psifidis A, Antoniadou-Hitoglou M, Kouloulas A. Hearing assessment in pre-school children with speech delay. *Auris Nasus Larynx.* 2006;33:259-63.

Rodewald LE, Wrenn KD, Slovis CM. A method for developing and maintaining a powerful but inexpensive computer data base of clinical information about emergency department patients. *Ann Emerg Med.* 1992;21(1):41-6.

Russo ICP, Pereira LD, Carvallo RMM, Anastásio ART. Encaminhamentos sobre a classificação do grau de perda auditiva em nossa realidade. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2009;14(2):287-8.

Russo IP, Santos TMM. *Audiologia Infantil*. 4a ed. São Paulo: Cortez;1994.

Saffer M, Silva DB, Peduzzi FD, Ávila F. Otite média crônica secretorá: conduta expectante. *J Pediatr.* 2000;76(6):407-12.

Samelli AG, Rabelo CM, Pereira MB, Portela MN, Sanches SGG, Neves-Lobo IF. Comparison of screening methods for conductive hearing loss identification in children: low-cost proposal. *J Med Screen.* 2012;19:1–7.

Seren E. Web-based hearing screening test. *Telemed J E Health*. 2009 Sep;15(7):678-81.

Shrestha R, Baral K, Weir N. Community ear care delivery by community ear assistants and volunteers: a pilot programme. *The Journal of Laryngology & Otology*. 2001;115:869-73.

Smith AW. WHO activities for prevention of deafness and hearing impairment in children. *Scand Audiol*. 2001;30(53):93-100 (Suppl).

Smith AC, Armfield NR, Wu WI, Brown CA, Perry C. A mobile telemedicine-enabled ear screening service for Indigenous children in Queensland: activity and outcomes in the first three years. *J Telemed Telecare*. 2012;18(8):485-9.

Spinardi AC, Blasca WQ, Wen CL, Maximino LP. Telehealth in Speech-Language Pathology and Hearing: science and technology. *Pro Fono*. 2009 Jul/Sep;21(3):249-54.

Swanepoel DW. The Need for Tele-audiometry. *Hearing Review*. 2012 oct;19(11):18-25.

Swanepoel DW, Hall III JW. A systematic review of telehealth applications in audiology. *Telemed J E Health*. 2010 Mar;16(2):181-200.

Swanepoel DW, Clark JL, Koekemoer D, Hall III JW, Krumm M, Ferrari DV, McPherson B, Olusanya BO, Mars M, Russo I, Bargas JJ. Telehealth in audiology: The need and potential to reach underserved communities. *International Journal of Audiology*. 2010a;49(3):195-203.

Swanepoel DW, Mngemane S, Molemong S, Mkwanazi H, Tutshini S. Hearing assessment-reliability, accuracy, and efficiency of automated audiometry. *Telemed J E Health*. 2010b Jun;16(5):557-63.

Swanepoel D, Clark JL, Koekemoer D, Hall JW III, Krumm M, Ferrari DV, McPherson B, Olusanya B, Mars M, Russo I, Barajas J. Telehealth in audiology— the need and potential to reach underserved communities. *Int J Audiol*. 2010c;49:195–202.

Swanepoel de W, Koekemoer D, Clark J. Intercontinental hearing assessment – a study in tele-audiology. *J Telemed Telecare*. 2010d; 16(5):248-52.

Takai OK, Italiano IC, Ferreira JE. *Introdução a Banco de Dados*. Departamento de Ciência da Computação e Instituto de Matemática e Estatística. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2005.

Telessaúde Brasil Redes. Programa Telessaúde [citado mar 2013]. Disponível em: <http://www.telessaudebrasil.org.br/>.

Testa, MA, Simonson DC. The design and structure of clinical research information systems. Implications for data retrieval and statistical analyses. *J Med Syst*. 1985;9(3):109-19.

The World Health Report 1996. Fighting disease Fostering development Report of the Director-General. Genova: WHO, 1996 [online]. Disponível em: http://www.who.int/whr/1996/en/whr96_en.pdf?ua=1

Watson DS. Telemedicine. *Med J Aust*. 1989 Jul;151(2):62-71.

Wesendahl T. Hearing aid fitting: application of telemedicine in audiology. *Int Tinnitus J*. 2003;9(1):56-8.

Wilson JMG, Jungner G. *Principles and practice of screening for disease*. Geneva: WHO; 1968. [citado mar 2013]. Disponível em: <http://www.who.int/bulletin/volumes/86/4/07-050112BP.pdf>

World Health Organization. Telemedicine: opportunities and developments in Member States: report on the second global survey on eHealth. 2010 [citado mar 2013]. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/44497>

World Health Organization. Deafness and hearing impairment fact sheet. 2013 [citado mar 2013]. Disponível em: <http://who.int/mediacentre/factsheets/fs300/en/index.html>.

World Health Organization. Primary Ear and Hearing Care Training Resource. 2006 [citado fev 2013]. Disponível em: http://www.who.int/pbd/deafness/activities/hearing_care/en/.

Yao J, Wan Y, Givens G. Design of a Web Services Based System for Remote Hearing Diagnosis. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2009:5215-8.

Year 2007 Position Statement: Principles and Guidelines for Early Hearing Detection and Intervention Programs Joint Committee on Infant Hearing. *PEDIATRICS*. 2007 oct;120(4):898-921.

Yeung J, Javidnia H, Heley S, Beauregard Y, Champagne S, Bromwich M. . The new age of play audiometry: prospective validation testing of an iPad-based play audiometer. *Journal of Otolaryngology - Head and Neck Surgery*. 2013;42(1):21.

Zundel KM. Telemedicine: history, applications, and impact on librarianship. *Bull Med Libr Assoc*. 1996 jan;84(1):71-79.