**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU**

JULIANA NOGUEIRA CHAVES

**Medidas de imitância acústica de banda larga em
indivíduos com Otosclerose**

**BAURU
2017**

JULIANA NOGUEIRA CHAVES

**Medidas de imitância acústica de banda larga em
indivíduos com Otosclerose**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências no Programa de Fonoaudiologia na área de concentração Processos e Distúrbios da Comunicação.

Orientadora: Profa. Dra. Kátia de Freitas Alvarenga

**BAURU
2017**

C398m Chaves, Juliana Nogueira
Medidas de imitância acústica de banda larga
em indivíduos com Otosclerose / Juliana Nogueira
Chaves. – Bauru, 2017.
85 p. : il. ; 30cm.

Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia
de Bauru. Universidade de São Paulo.

Orientadora: Profa. Dra. Kátia de Freitas
Alvarenga

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a
reprodução total ou parcial desta tese, por processos
fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Juliana Nogueira Chaves

Data:

Comitê de Ética da FOB-USP
CAAE: 43748315.1.0000.5441
Data: 28/04/15

ERRATA
página 53

Figura 6 - Análise comparativa dos valores médios das MIA-BL com os estímulos tom puro e chirp para as orelhas operadas e não operadas, no total de 21 indivíduos

DEDICATÓRIA

A **Deus**, que me proporcionou saúde e sabedoria para vencer os desafios e obter mais essa conquista na minha carreira profissional.

Aos meus pais, **Maria Elizabet** e **José Reinaldo**, meus grandes exemplos de perseverança, por toda nossa parceria e união, com muito amor vencemos juntos mais esse desafio.

Ao meu irmão **Caio**, pelo imenso amor, carinho, cumplicidade e otimismo, minha grande motivação nessa caminhada.

Ao **Rodrigo**, companheiro presente em todos os momentos, sempre com muito amor, incentivando e contribuindo para a concretização dos meus sonhos e objetivos de vida.

À minha querida afilhada, **Yasmin**, que trouxe muita luz, amor, paz e alegria para minha vida, uma bênção divina.

AGRADECIMENTOS

À **Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo**, pela qualidade no ensino e oportunidade de crescimento profissional com estrutura técnica e corpo docente de excelência.

Ao **Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais, Universidade de São Paulo**, por possibilitar a minha participação no Programa de Pós-Graduação em Fonoaudiologia da FOB/USP e a coleta de dados na Seção de Audiologia Clínica da Divisão de Saúde Auditiva.

À empresa **Starkey** pela disponibilização do equipamento *Middle-EAR Power Analyzer – MEPA*, tornando-se possível a concretização deste trabalho.

À **Profa. Dra. Kátia de Freitas Alvarenga**, como coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Fonoaudiologia da FOB/USP e como minha orientadora, por todo apoio, compressão e incentivo, por compartilhar seus conhecimentos e contribuir para meu crescimento profissional e pessoal ao longo desses anos, dedico à senhora minha formação na área de Audiologia.

À **Profa. Dra. Lilian de Cassia Bornia Jacob-Cortelleti** e à **Profa. Dra. Renata Mota Mamede Carvalho** e à **Dra. Seisse Gabriela Gandolfi Sanches** pelas importantes contribuições no Exame de Qualificação.

À **Dra. Eliene Silva de Araújo**, minha querida amiga da XVII Turma de Fonoaudiologia da FOB/USP e colega de trabalho no HRAC/USP, por toda atenção, paciência, incentivo, prontidão em sempre auxiliar em todas as etapas deste estudo, pelos valiosos ensinamentos e contribuições.

Ao **Eduardo Boaventura Oliveira**, por compartilhar seu conhecimento e experiência como médico otorrinolaringologista.

Ao **Prof. Dr. Manoel Henrique Carvalho**, pela parceria na realização das análises estatísticas, por todo acolhimento, incentivo e atenção durante a execução do trabalho.

À minha querida amiga **Dra. Sandra Elisa Rossetto Agra**, que com imenso amor e carinho me conduziu desde o nosso reencontro nessa vida até o término do Doutorado. Compartilhou ao longo desses anos de todos os meus anseios e alegrias, sempre me amparando e incentivando a vencer qualquer desafio. A imensa sintonia que nos une fortalece a cada dia a nossa amizade. Você é muito importante na minha vida, minha eterna mestra e companheira.

Às minhas queridas amigas, **Bárbara Cristiane Sordi Silva e Rosecler Moreno Alves**, sempre muito carinhosas e presentes em todos os momentos, grandes incentivadoras e confidentes, são presentes muito especiais de Deus para iluminar minha vida.

Às minhas amigas parceiras, **Adriana Sampaio de Almeida Meyer, Andréa Tortosa Marangoni Castan, Gláucia Gonçalves Raineri, Marisa Paranhos Netto De Martino e Tyuana Sandim da Silveira Sassi**, por todo carinho, compreensão, acolhimento, conselhos e momentos de descontração.

Às minhas amigas fonoaudiólogas, **Fabiana de Souza Pinto Azenha, Fernanda Zucki, Letícia Cristina Vicente, Luciane Domingues Figueiredo Mariotto, Raquel Sampaio Agostinho e Talita Fernanda Gonçalves-Guedim**, pela troca de experiência durante minha trajetória profissional e pelas palavras de carinho e conforto.

Aos **funcionários do Departamento de Fonoaudiologia e da Pós-Graduação** pela atenção e auxílio durante o Doutorado.

A cada **paciente** que permitiu a concretização deste trabalho para o avanço científico da Audiologia nacional.

“Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas ao tocar uma alma humana, seja apenas outra alma humana”.

Carl G. Jung

RESUMO

Na prática clínica, nota-se uma dificuldade em identificar a rigidez do sistema tímpano-ossicular decorrente da Otosclerose por meio dos métodos de avaliação rotineiramente empregados. Assim, as medidas de admitância acústica de banda larga podem fornecer mais informações sobre a condição do sistema tímpano-ossicular por avaliarem uma ampla faixa de frequência. O objetivo do estudo foi caracterizar as medidas de admitância acústica de banda larga com os estímulos tom puro e *chirp* em indivíduos com diagnóstico de Otosclerose submetidos à estapedectomia ou estapedotomia. Foram avaliados 40 indivíduos na faixa etária de 33 a 80 anos, totalizando 54 orelhas operadas e 22 orelhas não operadas. A avaliação audiológica foi realizada por meio da otoscopia, audiometria tonal liminar, logaudiometria e imitanciometria. As medidas de admitância acústica de banda larga foram obtidas por meio do sistema de medidas *Middle-Ear Power Analyzer – MEPA3*, versão 5.0 (*Mimosa Acoustics*), utilizando os estímulos tom puro e *chirp*. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística descritiva e inferencial, com nível de significância de 0,05. As orelhas com Otosclerose apresentaram maior absorvância em 750 Hz, uma tênue diminuição até 3000 Hz, acentuando-se a partir desta frequência. A magnitude da admitância foi maior na faixa de frequência de 1992 a 4008 Hz, assim como a magnitude da impedância foi maior nas frequências baixas com diminuição até 4008 Hz e aumento em 6000 Hz. Estas orelhas foram dominadas pela rigidez nos sons graves e médios, por resistência entre 3000 e 4008 Hz e a partir desta frequência pela massa. A fase da impedância foi maior em 258 Hz e o *delay* da reflectância (*slope*) apresentou uma variação de comportamento entre as frequências, não sendo possível caracterizar um padrão de resposta. Conclui-se que há diferenças nas medidas obtidas nas orelhas com Otosclerose submetidas à cirurgia, quando analisadas as frequências baixas e médias, o que demonstra o impacto positivo da intervenção cirúrgica na funcionalidade do sistema tímpano-ossicular.

Palavras-chave: Otosclerose. Estapedectomia. Orelha média. Testes de impedância acústica.

ABSTRACT

Wideband acoustic immittance measurements in subjects with otosclerosis

In clinical practice, there is a difficulty in identifying the rigidity of the tympano-ossicular system resulting from Otosclerosis through the routinely employed evaluation methods. Thus, wideband acoustic immittance measurements can provide more information on the condition of the tympanic-ossicle system by evaluating a wide frequency range. This study aimed at characterizing the wideband acoustic immittance measurements with the pure tone and chirp stimuli in individuals diagnosed with Otosclerosis submitted to stapedectomy or stapedotomy. Forty individuals aged 33 to 80 years were evaluated, totaling 54 operated and 22 non-operated ears. Audiology assessment was performed through otoscopy, pure-tone audiometry, logaudiometry and imitanciometry. Wideband acoustic immittance measurements were obtained using the Middle-Ear Power Analyzer (MEPA3), version 5.0 (Mimosa Acoustics), by means of pure tone and chirp stimuli. Data were submitted to descriptive and inferential statistical analysis, with a significance level of 0.05. The ears with Otosclerosis presented a greater absorbance in 750 Hz, a slight diminution until 3000 Hz, being accentuated from this frequency. The admittance magnitude was higher in the frequency range from 1992 to 4008 Hz, as well as the impedance magnitude was higher in the low frequencies with a decrease up to 4008 Hz and an increase in 6000 Hz. These ears were dominated by rigidity in the low and medium sounds, by resistance between 3000 and 4008 Hz, and from this frequency, by the mass. The impedance phase was higher at 258 Hz and the reflectance delay (slope) showed a behavioral variation between the frequencies, a response not being characterized. It can be concluded that there are differences in the measurements obtained in Otosclerosis ears submitted to surgery, when the low and medium frequencies were analyzed, which demonstrates the positive impact of the surgical intervention on the tympano-ossicle system.

Keywords: Otosclerosis. Stapedectomy. Middle ear. Acoustic impedance tests.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Síntese das etapas de avaliação dos estudos para a revisão de literatura	23
Figura 2 -	Sistema de medidas <i>Middle-Ear Power Analyzer</i> – MEPA3, versão 5.0 (<i>Mimosa Acoustics</i>)	42
Figura 3 -	Tela representativa da calibração do conjunto de cavidades.....	44
Figura 4 -	Tela representativa da calibração no meato auditivo externo	45
Figura 5 -	Tela representativa da verificação da qualidade de obtenção das medidas por meio do volume equivalente	47
Figura 6 -	Análise comparativa dos valores médios das MIA-BL com os estímulos tom puro e <i>chirp</i> para as orelhas operadas e não operadas, no total de 21 indivíduos	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Caracterização das orelhas operadas em relação à idade (anos) na qual foi realizada a cirurgia e o tempo (anos) decorrido após este procedimento (n=54)	51
Tabela 2 -	Análise comparativa das medidas obtidas com os estímulos tom puro e <i>chirp</i> para os grupos GE (n=54) e GC (n=22)	52
Tabela 3 -	Análise comparativa das medidas obtidas na orelha operada e não operada de um mesmo indivíduo, para os estímulos tom puro (TP) e <i>chirp</i> (C), nos 21 indivíduos estudados	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASI	Aparelho de Amplificação Sonora Individual
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
DA	Deficiência Auditiva
daPa	Decapascal
dB NPS	Decibel Nível de Pressão Sonora
dB	Decibel
DSA-HRAC	Divisão de Saúde Auditiva – Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais
GC	Grupo controle orelhas não operadas
GE	Grupo de estudo orelhas operadas
MAE	Meato Acústico Externo
MEC	Ministério da Educação
MIA-BL	Medidas de Imitância Acústica de Banda Larga
ml	Mililitros
ms	Milissegundos
OE	Orelha Externa
OM	Orelha Média

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1	METODOLOGIA DA REVISÃO	21
2.1.1	Critérios de seleção dos estudos	21
2.1.2	Levantamento dos estudos	21
2.1.3	Avaliação dos estudos	22
2.1.4	Análise dos dados	22
2.2	RESULTADOS DA REVISÃO	23
2.3	OTOSCLEROSE: FISIOPATOLOGIA, ASPECTOS CLÍNICOS, DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO	26
3	PROPOSIÇÃO	33
4	CASUÍSTICA E MÉTODOS	37
4.1	SELEÇÃO DA CASUÍSTICA	39
4.1.1	Critérios de inclusão	39
4.1.2	Critérios de exclusão	39
4.1.3	Casuística	40
4.2	MATERIAIS	40
4.2.1	Avaliação audiológica	40
4.2.1.1	<i>Otoscopia</i>	40
4.2.1.2	<i>Audiometria tonal liminar e Logaudiometria</i>	40
4.2.1.3	<i>Imitanciometria</i>	41
4.2.1.4	<i>Medidas de imitância acústica de banda larga</i>	41
4.3	METODOLOGIA	42
4.3.1	Avaliação audiológica	42
4.3.1.1	<i>Otoscopia</i>	42
4.3.1.2	<i>Audiometria tonal liminar e Logaudiometria</i>	42
4.3.1.3	<i>Imitanciometria</i>	43
4.3.2	Medidas de imitância acústica de banda larga	43
4.3.2.1	<i>Parâmetros</i>	43
4.3.2.2	<i>Calibração</i>	43
4.3.2.3	<i>Obtenção das medidas acústicas</i>	45

4.3.2.4	<i>Verificação da qualidade de obtenção das medidas</i>	46
4.4	ANÁLISE DOS DADOS	47
5	RESULTADOS	49
5.1	INTERAÇÕES E CORRELAÇÕES DAS MIA-BL.....	54
6	DISCUSSÃO	57
6.1	INTERAÇÕES E CORRELAÇÕES DAS MIA-BL.....	62
7	CONCLUSÃO	65
	REFERÊNCIAS	69
	APÊNDICES	73
	ANEXO	81

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A fisiopatologia da Otosclerose envolve um distúrbio na relação fisiológica de reabsorção/formação óssea, por isso é considerada uma das osteodistrofias do osso temporal (HUEB; SILVEIRA, 2011). De acordo com os mesmos autores, observa-se uma maior incidência na raça branca e no gênero feminino, assim como predisposição familiar e início na terceira década de vida.

Caracteristicamente, é comum a presença de zumbido e deficiência auditiva do tipo condutiva, geralmente bilateral e progressiva, em decorrência da fixação da platina do estribo pelo foco otosclerótico localizado nas proximidades da janela oval ou até mesmo por fibrose do ligamento anular caracterizando assim, uma rigidez do sistema tímpano-ossicular (GINSBERG; WHITE, 1989; KAROSI; SKIKLAI, 2010; SCHRAUWEN; VAN CAMP, 2010; HUEB; SILVEIRA, 2011). No entanto, os achados audiológicos da Otosclerose podem se assemelhar aos de outras alterações que acometem o sistema auditivo (NAUMANN; PORCELLINI; FISCH, 2005).

Na prática clínica, nota-se uma dificuldade em identificar a rigidez do sistema tímpano-ossicular por meio dos métodos de avaliação rotineiramente empregados (CARVALLO; SANCHES, 2015). A timpanometria convencional realizada com o tom de sonda de 226 Hz avalia, principalmente, a resultante do efeito de rigidez na transmissão dos sons graves. Contudo, é frequente a presença de curva timpanométrica do tipo A caracterizada por um pico de admitância dentro de um intervalo considerado normal à baixa pressão no meato acústico externo (MAE), assim como do tipo Ar, a qual apresenta um pico de admitância com amplitude reduzida à baixa pressão, presente em condições de aumento de rigidez do sistema (JERGER; JERGER; MAULDIN; 1972; CARVALLO; SANCHES, 2015). Com isso, a confirmação do diagnóstico ocorre, geralmente, no momento da cirurgia tendo em vista que a tomografia computadorizada de alta resolução é relativamente dispendiosa além de expor o paciente à radiação (NAUMANN; PORCELLINI; FISCH, 2005; NAKAJIMA et al., 2012).

Dessa maneira, destaca-se a importância de um procedimento não invasivo e de baixo custo que auxilie no diagnóstico diferencial da Otosclerose (SHAHNAZ et al., 2009), visto que a intervenção cirúrgica por meio da estapedectomia ou

estapedotomia pode proporcionar uma melhora importante na transmissão de energia pela orelha média (OM), e em determinados casos, permite a recuperação total da acuidade auditiva (HUEB, 2011). Além disso, a realização da imitância acústica convencional nos indivíduos submetidos à cirurgia torna-se inviável em função da variação de pressão introduzida no MAE.

Neste contexto, os estudos atuais estão voltados para a análise das medidas de imitância acústica de banda larga (MIA-BL) e sua aplicabilidade na prática clínica com ênfase nas medidas de energia e em pequenas casuísticas (SHAHNAZ; LONGRIDGE; BELL, 2009; SHAHNAZ et al., 2009; NAKAJIMA et al., 2012; SANFORD; SCHOOLING; FRYMARK, 2012). Diante do exposto e baseado em recomendações de pesquisadores nessa área (FEENEY et al., 2013), há a necessidade de ampliar a investigação para as demais medidas de energia e de impedância do sistema a fim de determinar as que fornecem mais informações sobre a condição do sistema tímpano-ossicular nos indivíduos com Otosclerose.

Com isso, surgiu o interesse em estudar as MIA-BL em indivíduos com diagnóstico confirmado de Otosclerose a fim de obter informações mais detalhadas e específicas do sistema tímpano-ossicular por avaliar uma ampla faixa de frequências em pressão ambiente (SHAHNAZ; LONGRIDGE; BELL, 2009; NETO et al., 2014).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura seguiu as etapas de uma revisão sistemática de literatura, baseada na metodologia desenvolvida em estudo anterior na área (ARAÚJO, 2015).

2.1 METODOLOGIA DA REVISÃO

A estratégia de pesquisa foi direcionada de acordo com a seguinte questão: “Quais as características das MIA-BL nos indivíduos com Otosclerose?”.

2.1.1 Critérios de seleção dos estudos

Os critérios de inclusão adotados para seleção e análise dos estudos científicos foram:

- apresentar níveis de evidência 1 (revisões sistemáticas e meta análises), 2 (estudos controlados randomizados), 3 (estudos de intervenção não randomizados) e 4 (estudo de coorte; estudo de caso-controle; estudos seccionais cruzados e experimentos não controlados), de acordo com a classificação proposta por Cox (2004);
- envolver indivíduos com diagnóstico de Otosclerose, independente da faixa etária;
- analisar as MIA-BL sem pressurização, independente do estímulo utilizado e da faixa de frequência analisada.

2.1.2 Levantamento dos estudos

Foi realizado um levantamento da literatura no Portal Cochrane da Biblioteca Virtual em Saúde e nas bases de dados eletrônicas IBECs, LILACS, PubMed,

SciELO, Scopus e Web of Science durante o período de seis de maio de 2016 a quatro de fevereiro de 2017. Adicionalmente, a busca foi realizada nas bases de bibliotecas de instituições públicas de ensino superior do Estado de São Paulo que possuem o curso de Fonoaudiologia cadastrado no Ministério da Educação (MEC) e das instituições públicas e privadas que apresentam cursos de Pós-graduação *strictu-senso* em Fonoaudiologia ou Distúrbios da Comunicação Humana, de acordo com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

A seguinte combinação de descritores foi utilizada para a busca eletrônica: (Otosclerosis OR stapes surgery OR stapedectomy) AND (wideband acoustic immitance OR wideband tympanometry OR acoustic impedance tests) AND (reflectance OR absorbance OR transmittance), nos idiomas Inglês, Português e Espanhol. Quando não foram localizados estudos com esta estratégia, foi realizada uma busca menos restrita por meio da seguinte combinação: (Otosclerosis OR stapes surgery OR stapedectomy) AND (reflectance OR absorbance OR transmittance).

2.1.3 Avaliação dos estudos

Inicialmente, foi realizada a análise dos títulos e resumos de todos os estudos científicos obtidos na busca eletrônica (Primeira etapa). Em seguida, uma leitura na íntegra dos estudos relevantes foi realizada a fim de identificar aqueles que realmente se enquadravam nos critérios de inclusão (Segunda etapa).

2.1.4 Análise dos dados

Para cada estudo selecionado na segunda etapa de avaliação, foi adotada uma ficha protocolar abrangendo o tipo de pesquisa, nível de evidência e tópicos relacionados à metodologia dos estudos incluídos na revisão de literatura (Apêndice A).

2.2 RESULTADOS DA REVISÃO

De acordo com a execução rigorosa da metodologia proposta, foram incluídos quatro artigos científicos na revisão de literatura, publicados nos últimos sete anos e classificados em nível 4 de evidência, exceto um estudo de revisão sistemática, os quais seguem descritos na Figura 1.

Figura 1 - Síntese das etapas de avaliação dos estudos para a revisão de literatura

Shahnaz et al. (2009) investigaram as diferenças nas propriedades mecanoacústica de orelhas médias normais e orelhas não operadas com Otosclerose por meio da timpanometria convencional, timpanometria multifrequencial e reflectância, bem como analisaram a validade destes procedimentos para identificação da Otosclerose. Foram incluídos no estudo 62 adultos com audição normal (115 orelhas), idade de 20 a 32 anos, e 28 adultos com Otosclerose (28 orelhas), idade de 24 a 56 anos. Foi constatada uma diferença significativa da reflectância entre 400 e 1000 Hz com valor maior nas orelhas com Otosclerose em relação às orelhas com funcionalidade normal de orelha média, independente do sexo. A reflectância apresentou alta sensibilidade, sendo capaz de identificar 82% das orelhas com Otosclerose com uma taxa de falso positivo de 17%. Além disso, o uso combinado com a medida timpanométrica referente à fase da admitância (ângulo de 45°) foi capaz de identificar todas as orelhas com a alteração estudada. A análise isolada da timpanometria convencional não contribuiu para o diagnóstico tendo em vista a variedade dos resultados encontrados nos participantes. Dessa maneira, ressaltaram a importância da análise desta medida de imitância acústica de banda larga em conjunto com a timpanometria e demais achados audiológicos para a definição do diagnóstico de Otosclerose.

Shahnaz, Longridge e Bell (2009) analisaram o padrão da reflectância em indivíduos com Otosclerose nas condições pré e pós-intervenção cirúrgica, e a correlação entre a mudança do padrão da reflectância e dos limiares psicoacústicos após a cirurgia. Participaram do estudo 15 indivíduos (15 orelhas) com Otosclerose, idade de 24 a 56 anos. Houve diferença entre as duas condições caracterizando-se por uma diminuição acentuada da reflectância entre 700 e 1000 Hz e um aumento discreto entre 2000 e 4000 Hz nas orelhas operadas. Notou-se também que a reflectância dessas orelhas se assemelhou com o padrão de normalidade abaixo da frequência de 1000 Hz. Os autores destacaram dois casos estudados, nos quais foi identificada a diminuição da reflectância nas frequências baixas de acordo com a melhora dos limiares psicoacústicos de 250 a 1000 Hz. Com isso, enfatizaram a necessidade de estudos que investiguem as modificações ocasionadas pela cirurgia no sistema auditivo em uma população maior a fim de definir o melhor protocolo para a prática clínica.

Nakajima et al. (2012) estudaram a aplicabilidade clínica das medidas de admitância acústica de banda larga e a acurácia destas medidas e das fornecidas pela *umbo velocity* no diagnóstico etiológico das perdas auditivas condutivas como Otosclerose, Disjunção da cadeia ossicular e Deiscência do canal semicircular superior. A casuística foi composta por 31 indivíduos, com perda auditiva condutiva, idade de 22 a 72 anos, sendo 14 orelhas não operadas com Otosclerose. Os resultados obtidos foram comparados com 58 orelhas com normalidade de orelha média. Na faixa de frequência de 400 a 1000 Hz, a reflectância mostrou-se com discreto aumento em relação às orelhas médias normais e consequentemente, uma diminuição da absorvância, evidenciando a rigidez do sistema em frequências baixas característico da Otosclerose. Os resultados demonstraram que a análise das medidas de admitância acústica de banda larga em conjunto com a audiometria tonal liminar apresentou alta sensibilidade e especificidade no diagnóstico diferencial das patologias estudadas, assim como a associação entre as medidas da *umbo velocity* e a audiometria.

Sanford, Schooling e Frymark (2012) realizaram uma revisão sistemática baseada em evidências científicas cujo objetivo foi analisar a validade da timpanometria com tom de sonda de 1000 Hz e multifrequencial, bem como das MIA-BL no diagnóstico das alterações da orelha média. Inicialmente, foram identificados 547 estudos relevantes ao tema, no entanto, após análise de acordo com os critérios rigorosos adotados, foram incluídos dez estudos na revisão. Especificamente sobre as MIA-BL, dois artigos abordaram o tema e apenas um avaliou orelhas com Otosclerose (SHAHNAZ et al., 2009), o qual já foi detalhado anteriormente nesta revisão. Os autores concluíram que ainda se faz necessário mais investimento em estudos com desenho criterioso que incluam a combinação de tecnologias a fim de determinar a acurácia destes procedimentos para o objetivo proposto.

Em decorrência da proposta metodológica desta revisão de literatura, o único estudo nacional sobre o tema (NETO et al., 2014) não foi incluído, pois corresponde a análise de estudo de caso (nível 5 de evidência). Este fato reforça a importância da realização de estudos envolvendo a Otosclerose para a aplicabilidade clínica das MIA-BL e a necessidade do fortalecimento das pesquisas nacionais e internacionais na área com elevada evidência científica.

Foi possível constatar mediante a revisão de literatura deste estudo que na população estudada, as orelhas não operadas com Otosclerose apresentam um aumento da reflectância entre 400 a 1000 Hz, já as orelhas operadas possuem uma diminuição da reflectância entre 700 e 1000 Hz, assim como um aumento entre 2000 e 4000 Hz. No entanto, ainda não há um consenso sobre as medidas consideradas importantes para o diagnóstico diferencial da Otosclerose e o acompanhamento audiológico pós-cirúrgico.

À vista disso, os pesquisadores foram unânimes em ressaltar a necessidade de mais estudos na área a fim de viabilizar a utilização deste procedimento na prática clínica. Assim, a revisão de literatura reforça a importância do presente estudo.

2.3 OTOSCLEROSE: FISIOPATOLOGIA, ASPECTOS CLÍNICOS, DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO

O tecido ósseo promove a sustentação do esqueleto e atua como uma reserva de cálcio, sendo estas funções celulares relacionadas aos mecanismos de modelação, remodelação e reparação, a associação equilibrada entre reabsorção/osteoclastos e a neoformação/osteoblastos é uma particularidade da função remodelativa do osso (HUEB; SILVEIRA, 2011). Segundo os autores, a Otosclerose envolve um distúrbio dessa relação fisiológica de reabsorção/formação óssea, por isso é considerada uma das osteodistrofias do osso temporal.

É um processo patológico primário (osteodistrofia localizada) que pode acometer qualquer área da cápsula ótica, principalmente onde se localizam restos cartilagíneos embrionários, e ocasionar efeitos secundários aos sistemas auditivo e vestibular (KAROSI; SKIKLAI, 2010; HUEB; SILVEIRA, 2011). O termo Otosclerose significa “uma condição de orelha dura” (do grego: *ous*, orelha; *skleros*, duro; *osis*, uma condição) em decorrência da anquilose da platina do estribo e/ou do envolvimento generalizado da cápsula ótica (HUEB; SILVEIRA, 2011).

Esta doença é classificada como Otosclerose histológica, clínica e coclear (HUEB; SILVEIRA, 2011). Os pesquisadores definiram como Otosclerose histológica aquela identificada apenas por meio de estudos histopatológicos do osso temporal e

não causa manifestações secundárias. Em contrapartida, a Otosclerose clínica ocasiona perda auditiva condutiva e mista, e em alguns casos alterações vestibulares em decorrência do crescimento do foco histológico. A Otosclerose coclear é considerada a Otosclerose histológica que evoluiu para a invasão do endósteo coclear e possui como manifestação perda auditiva sensorineural.

A Otosclerose inicia-se com alterações espongíóticas no local acometido (Otospongiose: atividade remodelativa óssea), as quais evoluem para alterações escleróticas com o crescimento e amadurecimento da lesão (Otosclerose: inatividade remodelativa óssea), sendo a janela oval a área de maior ocorrência da doença (HUEB; SILVEIRA, 2011; RUDIC et al., 2015). A existência de focos restritos a platina do estribo são menos frequentes, os quais podem causar a fixação da platina sem acometimento da cápsula óptica devido à fibrose do ligamento anular, compressão ou subluxação da platina (HUEB; SILVEIRA, 2011). De acordo com os mesmos autores, podem ser encontrados *blue mantles* (mantos azuis), projeções digitais ao redor de vasos sanguíneos da cápsula óptica, as quais recebem esta denominação uma vez que são coradas pela hamatoxilina.

Em geral, acomete bilateralmente os ossos temporais de maneira simétrica, sendo diagnosticada unilateralmente em 10 a 15% dos casos (HUEB; SILVEIRA, 2011). A prevalência é maior em mulheres, aumenta a partir da terceira década de vida e mostra-se menos frequente após os 50 anos, indicando uma possível tendência à estabilização da doença (KAROSI; SKIKLAI, 2010; HUEB; SILVEIRA, 2011). Existe uma predisposição racial visto que é mais frequente em indivíduos caucasianos e hindus, assim como em populações heterogêneas como no Brasil (HUEB; SILVEIRA, 2011).

Apesar do avanço tecnológico e científico, a etiologia e a patogênese da Otosclerose ainda não foram esclarecidas tendo em vista diversos fatores como a dificuldade na obtenção de biópsias da cápsula óptica e de perilinfa restrita a procedimentos cirúrgicos e um processo histoquímico dispendioso (HUEB; SILVEIRA, 2011). Nesse contexto, a literatura pesquisada expõe várias hipóteses que podem aumentar a susceptibilidade do indivíduo desenvolver a doença.

Atualmente, a Otosclerose possui uma heterogeneidade genética, sendo descritos os *loci* OTSC1, OTSC2, OTSC3, OTSC4, OTSC5, OTSC7 e OTSC 8 localizados, respectivamente, nos cromossomos 15q, 7q, 6p, 16q, 3q, 6p e 9p. É

caracterizada por um modelo de hereditariedade autossômico dominante e de penetração variável em torno de 40% (KAROSI; SKIKLAI, 2010; SCHRAUWEN; VAN CAMP, 2010; HUEB; SILVEIRA, 2011; BITTERMANN et al., 2014; RUDIC et al., 2015).

Adicionalmente, pode estar associada ao gene COL1A1 e, com isso, apresentar uma possível deficiência na síntese do colágeno tipo I, assim como a doença ser desencadeada em consequência a reações autoimunes contra o gene COL2A1 do colágeno tipo II (KAROSI; SKIKLAI, 2010; SCHRAUWEN; VAN CAMP, 2010; HUEB; SILVEIRA, 2011; BITTERMANN et al., 2014; RUDIC et al., 2015). Os antígenos leucocitários humanos (*Human Leukocyte Antigens* - HLA) possuem importante função no sistema imunitário, por isso, precisam ser investigados nas doenças que contêm componente imunológico. Baseada nesta evidência, tais pesquisadores ressaltaram uma possível associação de tais antígenos com alguns casos de Otosclerose.

Ressalta-se também que o vírus do Sarampo pode ser um fator desencadeador dos processos inflamatórios que ocorrem durante a fase ativa da Otosclerose tendo em vista a detecção de estruturas semelhantes a nucleocapsídeos virais do paramixovírus em osteoblastos, antígenos virais em tecidos otoscleróticos e alterações nos níveis séricos de imunoglobinas antissarampo em indivíduos com Otosclerose (KAROSI; SKIKLAI, 2010; SCHRAUWEN; VAN CAMP, 2010; HUEB; SILVEIRA, 2011; RUDIC et al., 2015). Um importante gene envolvido na patogênese de várias doenças inflamatórias é o fator de crescimento transformador $\beta 1$ (*Transforming Growth Factor* - TGF- $\beta 1$), o qual mostrou-se também em alguns casos de Otosclerose (KAROSI; SKIKLAI, 2010; SCHRAUWEN; VAN CAMP, 2010; RUDIC et al., 2015).

A prevalência maior da doença em mulheres é provável que seja em virtude de alteração no sistema endócrino uma vez que o aumento do nível de estrógeno e progesterona, bem como um desequilíbrio no sistema estrógeno-progesterona-prolactina podem contribuir para o desenvolvimento e a progressão da Otosclerose (KAROSI; SKIKLAI, 2010; HUEB; SILVEIRA, 2011; RUDIC et al., 2015). Segundo esses estudiosos, o estrógeno age como um inibidor da reabsorção óssea por inibição direta da atividade dos osteoclastos induzindo-os a apoptose e o excesso de prolactina pode ocasionar uma redução da densidade mineral óssea. Dessa

maneira, a administração desses hormônios por meio de anticoncepcionais e a gravidez podem alterar o desenvolvimento da doença (KAROSI; SKIKLAI, 2010).

Em relação aos achados clínicos da Otosclerose, a avaliação otorrinolaringológica por meio da otoscopia mostra-se normal, raramente é possível identificar uma mancha róseo-avermelhada (sinal de Schwartze), em consequência da formação de vasos da submucosa do promontório oriundos do crescimento do foco otosclerótico (GINSBERG; WHITE, 1989; HUEB; SILVEIRA, 2011). Sendo assim, a histórica clínica do indivíduo e a avaliação audiológica são fundamentais para o diagnóstico.

A presença de zumbido é comum na maioria dos casos, assim como a perda auditiva condutiva bilateral e progressiva, inicialmente com alteração nas frequências baixas devido à fixação da platina do estribo pelo foco otosclerótico nas proximidades da janela oval ou pela fibrose do ligamento anular (GINSBERG; WHITE, 1989; KAROSI; SKIKLAI, 2010; SCHRAUWEN; VAN CAMP, 2010; HUEB; SILVEIRA, 2011). Também pode ser identificada na audiometria tonal liminar um componente sensorioneural, caracterizando uma perda auditiva mista devido à invasão do endósteo coclear (HUEB; SILVEIRA, 2011). Outra peculiaridade em indivíduos com Otosclerose é a diferença dos limiares pré-operatórios por via óssea de 5 dB em 500 Hz, 10 dB em 1000 Hz, 15 dB em 2000 Hz e 5 dB em 4000 Hz definida como “efeito de Cahart”, resultante da perda do efeito inercial da cadeia ossicular (DIRKS, 1989; HUEB; SILVEIRA, 2011; WEGNER et al., 2013). Após a realização de uma cirurgia bem-sucedida, ocorre a melhora de tais limiares tendo em vista a mudanças mecânicas do sistema tímpano-ossicular e não a modificações cocleares (HUEB; SILVEIRA, 2011). Na logaudiometria, identifica-se índice de reconhecimento de fala compatível com o tipo e grau da perda auditiva.

As medidas da timpanometria fornecem informações importantes sobre a mobilidade do sistema tímpano-ossicular mediante as variações de pressão no MAE. A curva timpanométrica característica da Otosclerose, realizada com tom de sonda de 226 Hz, é a curva tipo Ar indicativa de aumento de rigidez do sistema com um pico de máxima admitância variando de -100 a + 50 decapascals (daPa) com amplitude reduzida (JERGER; JERGER; MAULDIN; 1972; CARVALLO; SANCHES, 2015). Entretanto, na prática clínica é frequente a obtenção da curva tipo A indicativa de normalidade, caracterizada por um pico de máxima admitância variando de -100

a + 50 daPa (GINSBERG; WHITE, 1989; NETO et al., 2014). Dessa maneira, o resultado da timpanometria convencional mostra-se menos sensível na identificação do aumento de rigidez ocasionado pela Otosclerose.

Em contrapartida, a pesquisa da frequência de ressonância da orelha média por meio da timpanometria em multifrequência pode contribuir para o diagnóstico diferencial das alterações de orelha média tendo em vista que estas modificam a frequência de ressonância e as formas timpanométricas (CARVALLO; SANCHES, 2015). Estudos evidenciaram que a frequência de ressonância em ouvintes normais foi entre 1500 e 2000 Hz, bem como o efeito de rigidez tende a deslocá-la para frequências mais altas e o efeito de massa para as frequências mais baixas (HUEB; SILVEIRA, 2011; CARVALLO; SANCHES, 2015). Assim, torna-se interessante confrontar o resultado obtido nos casos de Otosclerose com os parâmetros de normalidade a fim de diminuir a taxa de falso-negativo obtida com a realização da timpanometria convencional (CARVALLO; SANCHES, 2015).

Na avaliação das medidas do reflexo acústico estapediano, os reflexos acústicos contralaterais e ipsilaterais mostram-se ausentes em decorrência da alteração na via eferente do arco reflexo caracterizada pela fixação da platina do estribo na janela oval. Pode-se observar o efeito *on-off* na fixação inicial da platina do estribo que corresponde à tentativa de mobilização do estribo desencadeada pela contração e pelo relaxamento do músculo estapédio (HUEB; SILVEIRA, 2011).

Com isso, nota-se uma dificuldade em identificar a rigidez do sistema tímpano-ossicular em decorrência da Otosclerose por meio dos métodos de avaliação rotineiramente empregados (CARVALLO; SANCHES, 2015). Consequentemente, a confirmação do diagnóstico ocorre, geralmente, no momento da cirurgia tendo em vista que a tomografia computadorizada de alta resolução é relativamente dispendiosa, além de expor o paciente à radiação (NAUMANN; PORCELLINI; FISCH, 2005; NAKAJIMA et al., 2012).

Neste contexto, as medidas de imitância acústica de banda larga podem auxiliar no diagnóstico das alterações da orelha média, pois possibilitam uma avaliação mais sensível, rápida e detalhada do sistema tímpano-ossicular em uma ampla faixa de frequência (FEENEY et al., 2013; CARVALLO; SANCHES, 2015). Somando-se a isto, as pesquisadoras destacaram que uma das vantagens de realizar as MIA-BL em relação à timpanometria é a possibilidade da não

pressurização do MAE na avaliação, permitindo que o procedimento seja realizado nas orelhas submetidas à cirurgia a fim de obter os benefícios da intervenção cirúrgica e realizar o acompanhamento audiológico. No entanto, ainda são necessárias mais pesquisas na área a fim de definir quais as medidas realmente possuem valor diagnóstico para a Otosclerose.

De acordo com Hueb (2011), quanto ao tratamento da Otosclerose, existem opções cirúrgicas como a estapedectomia (substituição da platina por uma prótese) ou estapedotomia (não há remoção da platina), assim como as não cirúrgicas, dentre as quais se destaca a reabilitação auditiva por meio do aparelho de amplificação sonora individual (AASI). O procedimento cirúrgico é o mais indicado em indivíduos com perda auditiva condutiva ou mista com limiares por via óssea até 30 dB e com boa discriminação auditiva tendo em vista que pode proporcionar uma melhora importante na transmissão de energia pela orelha média, e em determinados casos, a recuperação total da acuidade auditiva (HUEB, 2011). O autor enfatizou que o AASI proporciona uma melhora significativa da inteligibilidade de fala nestes indivíduos, sendo indicado em casos de insucesso da intervenção cirúrgica e contra-indicação cirúrgica, bem como para os indivíduos que não desejam este tipo de tratamento.

3 PROPOSIÇÃO

Caracterizar as medidas de imitância acústica de banda larga com os estímulos tom puro e *chirp* em indivíduos com diagnóstico de Otosclerose submetidos à estapedectomia ou estapedotomia.

4 CASUÍSTICA E MÉTODOS

4 CASUÍSTICA E MÉTODOS

O estudo está inserido na linha de pesquisa Processos e Distúrbios da Audição do Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru – Universidade de São Paulo, sob aprovação do Comitê de Ética do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo, CAAE: 43748315.1.0000.5441 (Anexo A).

4.1 SELEÇÃO DA CASUÍSTICA

Participaram do estudo indivíduos regularmente matriculados na Divisão de Saúde Auditiva do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo (DSA-HRAC).

4.1.1 Critérios de inclusão

Foram incluídos no estudo indivíduos com diagnóstico de Otosclerose submetidos à estapedectomia ou estapedotomia em pelo menos uma orelha, independente da faixa etária e tempo de realização da cirurgia, com otoscopia normal realizada pelo médico otorrinolaringologista.

4.1.2 Critérios de exclusão

Foram excluídos do estudo indivíduos com membrana timpânica perfurada e secreção na orelha média diagnosticada por meio da otoscopia realizada pelo médico otorrinolaringologista.

4.1.3 Casuística

Foram avaliados 40 indivíduos submetidos à cirurgia de estapedectomia ou estapedotomia, na faixa etária de 33 a 80 anos, sendo 26 mulheres (média 57,3 anos, mediana 59 anos, mínimo 35 anos, máximo 76 anos) e 14 homens (média 53,6 anos, mediana 50,5 anos, mínimo 33 anos, máximo 80 anos). Para análise estatística dos dados foi considerado o número total de orelhas (n=76), distribuído em grupo de estudo (GE) - orelhas operadas (n=54) e grupo controle (GC) - orelhas não operadas (n=22).

4.2 MATERIAIS

4.2.1 Avaliação audiológica

Os equipamentos utilizados no presente estudo seguem abaixo discriminados:

4.2.1.1 Otoscopia

Foi utilizado o microscópio da marca Missouri para meatoscopia.

4.2.1.2 Audiometria tonal liminar e Logaudiometria

Foram utilizados cabina acústica aferida de acordo com Normas ISO 8253-1, Norma ABNT NBR 03-029.01-027/1, a Resolução nº 364/2009 do CFFa e a Recomendação CFFa nº 11 de 03/2010; assim como audiômetro modelo AD28 (*Interacoustics*), disponível para testar as faixas de frequências por via aérea de 125 a 8000 Hz e por via óssea de 250 a 8000 Hz com tom puro modulado (*warble*). Foram utilizados fone de ouvido supra-aural do tipo TDH 39 e vibrador ósseo *Radio*

Ear B-71. A calibração do equipamento seguiu as Normas ISO 389 Partes 1, 3, 4, 5 e 8, IEC 60645 Partes 1, 2 e 4 e ISO 8253 Partes 1, 2, 3.

4.2.1.3 Imitanciometria

As medidas de imitância acústica foram realizadas no Analisador de Orelha Média modelo AT235 (*Interacoustics*) com tons de sonda disponíveis nas frequências de 226 e 1000 Hz, contendo diferentes olivas de acordo com o tamanho do MAE do indivíduo. A calibração do equipamento atendeu as Normas ISO 389 Partes: 1, 2 e IEC 60645 Partes: 1 e 5.

4.2.1.4 Medidas de imitância acústica de banda larga

Foi utilizado o sistema de medidas *Middle-Ear Power Analyzer* – MEPA3, versão 5.0 (*Mimosa Acoustics*), que contém os seguintes componentes (Figura 2):

- (1) *notebook*, no qual foi instalado o *software*;
- (2) unidade de processamento;
- (3) sonda *Etymotic* ER 10C;
- (4) conjunto de cavidades para calibração;
- (5) olivas de espuma de tamanhos 14A e 14B de acordo com o tamanho do MAE.

Figura 2 - Sistema de medidas *Middle-Ear Power Analyzer* – MEPA3, versão 5.0 (*Mimosa Acoustics*)

4.3 METODOLOGIA

Os procedimentos foram introduzidos na rotina de acompanhamento audiológico dos pacientes na DSA-HRAC, em um único atendimento.

4.3.1 Avaliação audiológica

4.3.1.1 Otoscopia

Inicialmente, todos os indivíduos foram atendidos pelo médico otorrinolaringologista a fim de verificar as condições das orelhas externa (OE) e médias para a realização dos procedimentos.

4.3.1.2 Audiometria tonal liminar e Logaudiometria

Foram avaliadas as frequências de 500 a 4000 Hz por via óssea e as frequências de 250 a 8000 Hz por via aérea. Foram determinados o Limiar de reconhecimento de fala (LRF) e o Índice de reconhecimento de fala (IRF). O nível de audição foi definido segundo a classificação da Organização Mundial da Saúde

(WORLD HEALTH ORGANIZATION, c2017) e o tipo de perda auditiva de acordo com Silman e Silverman (1997).

4.3.1.3 Imitanciometria

A avaliação do sistema tímpano-ossicular foi realizada apenas na orelha não submetida à cirurgia com tom de sonda de 226 Hz no modo automático do equipamento. Foram considerados os valores correspondentes a pressão em decapascal (daPa) e compliância em mililitros (ml). As medidas de reflexo acústico contralateral foram obtidas nas frequências de 500, 1000, 2000, 4000 Hz e no ruído de banda larga (*white noise*), e ipsilateral em 500, 1000 e 2000 Hz.

4.3.2 Medidas de imitância acústica de banda larga

4.3.2.1 Parâmetros

Foram utilizados os seguintes estímulos:

- *chirp* com intensidade de 60 dB NPS, duração do estímulo de 1 segundo e faixa de frequência de 210,9 a 6000 Hz, com intervalos de 23 Hz, totalizando 248 frequências para análise;
- tom puro nas frequências de 258, 492, 750, 1008, 1500, 1992, 3000, 4008 e 6000 Hz, com intensidade de 60 dB NPS e duração do estímulo de 0,5 segundos.

4.3.2.2 Calibração

De acordo com a recomendação do manual do equipamento, a calibração diária foi realizada por meio de um conjunto de cavidades de calibração, mantendo-se o mesmo tipo de oliva para o registro das MIA-BL (MIMOSA ACOUSTICS, 2011).

Esta calibração consiste na realização de duas medições (canais 1 e 2) em cada uma das quatro cavidades utilizando-se o estímulo *chirp*. O programa ajusta automaticamente o nível de rejeição para 6 dB acima do nível de ruído médio durante o teste, sendo que a relação sinal/ruído deve permanecer ≥ 40 dB. É necessário que a calibração de todas as cavidades obtenha uma taxa de aprovação de 90 a 100% para iniciar o exame (Figura 3).

Fonte: ARAÚJO, 2015.

Figura 3 - Tela representativa da calibração do conjunto de cavidades

Após esta etapa, os dados do participante foram inseridos no programa e ao iniciar a obtenção das MIA-BL uma calibração automática no MAE foi realizada a fim de ajustar o nível do estímulo durante o exame. Dessa maneira, um tom de 1000 Hz é apresentado em 60 dB NPS, o qual deverá permanecer em 60 ± 10 dB NPS, assim como relação sinal/ruído ≥ 40 dB (Figura 4).

Fonte: MIMOSA ACOUSTICS, 2011.

Figura 4 - Tela representativa da calibração no meato auditivo externo

4.3.2.3 Obtenção das medidas acústicas

O exame foi realizado em uma sala tratada acusticamente, com o participante sentado em uma cadeira. Os estímulos foram apresentados por meio de uma sonda posicionada no MAE sem pressurização e a escolha pela orelha inicial ocorreu de maneira aleatória.

Foram analisadas as seguintes MIA-BL baseadas em estudo anterior na área (ARAÚJO, 2015): Absorvância, Magnitude da admitância, Magnitude da impedância, Fase da impedância, Fase da reflectância e *Delay* da reflectância (*slope*). Seguem abaixo as definições de tais medidas (MIMOSA ACOUSTICS, 2011):

- Absorvância: expressa em porcentagem (%), representa a razão entre a energia absorvida pela OM e a energia incidente no MAE;
- Magnitude da admitância: medida em potência de base 10, consiste na facilidade com que a onda sonora é transmitida pela OM;
- Magnitude da impedância: mensurada em potência de base 10, demonstra a oposição à transmissão da onda sonora pela OM. A obtenção de valores de impedância diferindo de 1 ocasionará reflexões

positiva ou negativa, sendo que uma elevada impedância resulta em reflexões positivas e reduzida impedância em reflexões negativas;

- Fase da impedância: determinada em radianos/ 2π , fornece informações sobre o tipo de impedância que a OM é dominada: resistência, massa ou rigidez. A fase negativa ($-\pi/2$) é dominada pela rigidez, a fase positiva ($+\pi/2$) pela massa e a fase próxima à zero pela resistência;
- Fase da reflectância: expressa em radianos/ 2π , representa a maneira com que a onda sonora se propaga na orelha de acordo com a frequência;
- Delay da reflectância (*slope*): mensurado em milissegundos (ms), refere-se ao tempo entre a apresentação do estímulo pela sonda, transmissão até a membrana timpânica e captação da energia pelo microfone da sonda no MAE. Ressalta-se que a medida *Delay* da reflectância é gerada apenas para o estímulo *chirp* porque apresenta uma maior resolução de frequência em relação ao tom puro, característica esta necessária para a obtenção desta medida.

4.3.2.4 Verificação da qualidade de obtenção das medidas

A qualidade na obtenção das medidas foi verificada de acordo com os critérios adotados em estudo anterior na área (ARAÚJO, 2015):

- pressão *in situ* do nível de estímulo de 60 ± 10 dB NPS e relação sinal/ruído ≥ 40 dB;
- níveis de reflectância reduzidos nas frequências baixas pode indicar inadequada vedação do MAE;
- valor negativo de volume equivalente da orelha sugere medidas inadequadas para análise (Figura 5).

Fonte: ARAÚJO, 2015.

Figura 5 - Tela representativa da verificação da qualidade de obtenção das medidas por meio do volume equivalente

4.4 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística descritiva e inferencial. Foi considerada a distribuição de orelhas em GE (n=54) e GC (n=24), assim como o número total de indivíduos com orelha operada e não operada (n=21).

Utilizou-se o Teste t de *Student* pareado, para análise das variáveis que apresentaram distribuição normal dos dados e o teste de *Wilcoxon* quando esta distribuição normal não foi observada, ao comparar os estímulos na pesquisa das MIA-BL, bem como os grupos GE e GC, e as orelhas no mesmo indivíduo. O teste ANOVA foi aplicado a fim de verificar a interação das MIA-BL obtidas com estímulo tom puro e *chirp* e o gênero na orelha operada e não operada de um mesmo indivíduo, e o teste de *Tukey* quando ocorreram diferenças significantes. A correlação de *Pearson* foi utilizada no GE para verificar a existência de correlações entre todas as MIA-BL e a idade na qual foi realizada a cirurgia, assim como para o tempo decorrido após este procedimento. O nível de significância adotado foi de 0,05.

5 RESULTADOS

5 RESULTADOS

Neste estudo, do total de 56 orelhas operadas não foi possível registrar as MIA-BL em duas orelhas por não terem alcançado os critérios de qualidade para a obtenção das medidas. Assim, os resultados a seguir são referentes a 54 orelhas operadas e 22 orelhas não operadas.

A caracterização das orelhas operadas quanto ao gênero, faixa etária, lateralidade, nível de audição, grau da deficiência auditiva, cirurgia (unilateral ou bilateral) encontra-se descrita no Apêndice B. Adicionalmente, as informações sobre as orelhas não operadas referentes ao gênero, faixa etária, lateralidade, pressão, compliância, nível de audição e grau da perda, foram disponibilizadas no Apêndice C.

A Tabela 1 apresenta a análise descritiva das orelhas operadas (n=54) em relação à idade (anos) na qual foi realizada a cirurgia e o tempo (anos) decorrido após a intervenção cirúrgica.

Tabela 1 - Caracterização das orelhas operadas em relação à idade (anos) na qual foi realizada a cirurgia e o tempo (anos) decorrido após este procedimento (n=54)

	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Idade na cirurgia	39,13	9,52	18,00	39,00	59,00
Tempo após cirurgia	16,28	9,30	3,00	15,00	40,00

A comparação entre os estímulos tom puro e *chirp* mostrou diferença significativa para cada uma das medidas pesquisadas (Absorvância, Magnitude da admitância, Magnitude da impedância, Fase da impedância, Fase da reflectância), principalmente nas orelhas operadas e em relação à Fase da impedância (Tabela 2).

Desta forma, optou-se por apresentar e discutir os resultados para ambos os estímulos.

Tabela 2 - Análise comparativa das medidas obtidas com os estímulos tom puro e *chirp* para os grupos GE (n=54) e GC (n=22)

Medidas	Grupos	(Hz)	258	492	750	1008	1500	1992	3000	4008	6000
Absorvância	GE	p=	0,011*	0,002*	0,126	0,097	0,155	0,448	0,169	0,958	0,456
	GC	p=	0,351	0,461	0,372	0,209	0,344	0,251	0,402	0,286	0,312
Magnitude da admitância	GE	p=	0,119	0,109	0,029*	0,804	0,248	0,844	0,090	0,425	0,141
	GC	p=	0,730	0,258	0,601	0,513	0,584	0,914	0,255	0,032*	0,546
Magnitude da impedância	GE	p=	0,087	0,034*	0,518	0,881	0,063	0,385	0,363	0,489	0,087
	GC	p=	0,976	0,167	0,894	0,433	0,773	0,473	0,056*	0,203	0,510
Fase da impedância	GE	p=	0,029*	0,000*	0,069	0,023*	0,069	0,643	0,011*	0,007*	0,114
	GC	p=	0,833	0,291	0,236	0,306	0,758	0,249	0,036	0,058	0,527
Fase da reflectância	GE	p=	0,120	0,012*	0,316	0,323	0,343	0,351	0,358	0,393	0,360
	GC	p=	0,933	0,204	0,460	0,393	0,669	0,915	0,535	0,783	0,594

Teste t de *Student* pareado e *Wilcoxon*.

***p≤0,05**= estatisticamente significativa.

GE= grupo de estudo orelhas operadas; **GC**= grupo controle orelhas não operadas.

A fim de controlar as possíveis variáveis inerentes ao indivíduo, como por exemplo, idade e condições de orelha externa, optou-se em realizar uma análise comparativa entre as orelhas operadas e não operadas de um mesmo indivíduo. Desta forma, após ser excluída uma orelha por não ser possível o pareamento das mesmas porque não foi realizada a pesquisa das MIA-BL como descrito anteriormente, a análise considerou 21 indivíduos.

A média e o desvio padrão das medidas por frequência (Hz) obtidos com estímulo tom puro e *chirp* para as orelhas operadas não operadas de um mesmo indivíduo encontram-se nos Apêndices D e E. A Figura 6 apresenta os valores médios das MIA-BL com os estímulos tom puro e *chirp* para as orelhas operadas e não operadas, no total de 21 indivíduos.

Figura 6 - Análise comparativa dos valores médios das MIA-BL com os estímulos tom puro e *chirp* para as orelhas operadas e não operadas, no total de 21 indivíduos

A Tabela 3 apresenta a análise estatística ao comparar as MIA-BL obtidas nas orelhas operadas e não operadas, tanto para os estímulos tom puro e *chirp*, nos 21 indivíduos estudados.

Tabela 3 - Análise comparativa das medidas obtidas na orelha operada e não operada de um mesmo indivíduo, para os estímulos tom puro (TP) e *chirp* (C), nos 21 indivíduos estudados

Medidas	Estímulo	(Hz)	258	492	750	1008	1500	1992	3000	4008	6000
Absorvância	TP	p=	0,635	0,060	0,000*	0,047*	0,229	0,232	0,176	0,084	0,469
	C	p=	0,545	0,014*	0,000*	0,043*	0,025*	0,026*	0,076	0,230	0,533
Magnitude da admitância	TP	p=	0,013*	0,002*	0,063	0,008*	0,014*	0,217	0,876	0,689	0,543
	C	p=	0,033*	0,003*	0,063	0,016*	0,013*	0,289	0,375	0,639	0,520
Magnitude da impedância	TP	p=	0,010*	0,001*	0,217	0,001*	0,013*	0,114	0,903	0,434	0,375
	C	p=	0,019*	0,003*	0,192	0,003*	0,013*	0,122	0,903	0,434	0,414
Fase da impedância	TP	p=	0,715	0,068	0,000*	0,003*	0,159	0,092	0,274	0,794	0,958
	C	p=	0,986	0,073	0,000*	0,003*	0,140	0,054*	0,259	0,958	0,903
Fase da reflectância	TP	p=	0,017*	0,002*	0,322	0,003*	0,033*	0,244	0,986	0,664	0,394
	C	p=	0,046*	0,003*	0,741	0,033*	0,170	0,689	0,520	0,476	0,931
Delay da reflectância	C	p=	0,455	0,004*	0,434	0,339	0,050*	0,566	0,741	0,639	0,794

Teste t de *Student* pareado e *Wilcoxon*.

* $p \leq 0,05$ = estatisticamente significativa.

5.1 INTERAÇÕES E CORRELAÇÕES DAS MIA-BL

No que se refere à interação das MIA-BL obtidas com estímulo tom puro e *chirp* e o gênero na orelha operada e não operada de um mesmo indivíduo (Teste ANOVA), constatou-se que a interação foi significativa para a Magnitude da impedância obtida com estímulo tom puro em 750 Hz ($p=0,048$) e para o *Delay* da reflectância, gerado com o estímulo *chirp*, em 1500 Hz ($p=0,046$). Em relação à Magnitude da impedância foi possível verificar maior interação do gênero masculino com as orelhas operadas e do gênero feminino com as orelhas não operadas, contudo não foi identificada diferença estatisticamente significativa entre os gêneros e os grupos (Teste de *Tukey*). Por outro lado, no que se refere ao *Delay* da reflectância, houve diferença significativa entre os gêneros (Teste de *Tukey*), com interação do gênero masculino e orelhas operadas.

Ao correlacionar as MIA-BL com a idade na qual o indivíduo realizou a cirurgia, verificou-se correlação negativa significativa apenas para a Magnitude da admitância na frequência de 1008 Hz com valores de $p=0,042$ para o estímulo tom puro e $p=0,046$ para o estímulo *chirp* com r de - 0,272 e - 0,278.

Em relação ao tempo decorrido após a cirurgia, constatou-se correlação positiva com a Absorvância em 492 Hz com valor de $p=0,048$ para o estímulo tom puro e $p=0,046$ para o *chirp*, e valores de r de 0,270 e 0,279, respectivamente. Semelhante achado foi encontrado para a Magnitude da impedância em 6000 Hz com valor de $p=0,042$ para o estímulo tom puro e $p=0,046$ para o estímulo *chirp* com valores de r de 0,281 e 0,294, respectivamente.

6 DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

No presente estudo, a casuística possibilitou caracterizar as orelhas diagnosticadas com Otosclerose submetidas à estapedectomia ou estapedotomia. Verificou-se que a média da idade na qual foi realizada a cirurgia (Tabela 1) está em conformidade com a faixa etária de maior ocorrência da doença que aumenta a partir da terceira década de vida e mostra-se menos frequente após os 50 anos (KAROSI; SKIKLAI, 2010; HUEB; SILVEIRA, 2011). Adicionalmente, a variabilidade do tempo decorrido após a realização da cirurgia observada neste estudo possibilitou a avaliação de diferentes condições do mecanismo do sistema tímpano-ossicular e suas possíveis repercussões no padrão das MIA-BL.

Na literatura pesquisada, não foram encontrados estudos que tenham analisado as MIA-BL referentes à Magnitude da admitância, Magnitude da impedância, Fase da imitância, Fase da reflectância e *Delay* da reflectância (*slope*) em orelhas com diagnóstico de Otosclerose, dificultando assim a comparação dos dados com casuísticas semelhantes. Os estudos atuais estão voltados para a análise das MIA-BL com ênfase na medida de energia como a reflectância e em pequenas casuísticas (SHAHNAZ; LONGRIDGE; BELL, 2009; SHAHNAZ et al., 2009; NAKAJIMA et al., 2012; SANFORD; SCHOOLING; FRYMARK, 2012).

Foi identificada diferença significativa entre os estímulos tom puro e *chirp* para cada uma das medidas pesquisadas, porém em diferentes frequências (Tabela 2). Outro aspecto importante é que as diferenças significantes entre os estímulos ocorreram na maior parte nas orelhas operadas, possivelmente, em virtude das mudanças nas condições do sistema tímpano-ossicular após a intervenção cirúrgica. Este achado demonstra que mais estudos devem ser realizados a fim de caracterizar esta diferença e o seu impacto na decisão do estímulo a ser utilizado na prática clínica.

Na análise comparativa entre as orelhas operadas e não operadas (Tabela 3), observou-se diferença significativa em todas as MIA-BL, para as frequências baixas e médias, tanto para o estímulo *chirp* quanto para o tom puro. Este achado reforça o impacto positivo da intervenção cirúrgica na funcionalidade do sistema

tímpano-ossicular. Não foi observada diferença significativa nas MIA-BL nas frequências a partir de 3000 Hz.

Seguem abaixo as análises descritivas do comportamento das MIA-BL avaliadas neste estudo, tanto para a orelha operada quanto não operada.

- **Absorvância**

É possível verificar na Figura 6 que as orelhas operadas apresentaram um aumento gradativo da absorvância nas frequências baixas, atingindo seu valor máximo em 750 Hz e, posteriormente, com uma tênue diminuição da energia absorvida pela OM entre 750 e 3000 Hz, acentuando-se a partir desta frequência. Especificamente nas orelhas não operadas, semelhante comportamento foi observado para a absorvância, diferindo apenas no seu valor máximo em 1500 Hz.

Não foram encontrados na literatura pesquisada, estudos que avaliaram o comportamento da absorvância em indivíduos com diagnóstico de Otosclerose. Contudo, ao considerar-se que a reflectância é uma medida inversamente proporcional a absorvância, para esta discussão serão considerados estudos que avaliaram esta medida em indivíduos com Otosclerose.

Shahnaz et al. (2009); Nakajima et al. (2012) descreveram que ao comparar orelhas médias com diagnóstico de Otosclerose com normais, constataram diferença significativa da reflectância entre 400 e 1000 Hz, caracterizando maior rigidez do sistema nas frequências baixas.

Neste estudo, a rigidez do sistema foi constatada ao comparar as orelhas operadas e não operadas (Figura 6 e Tabela 3). A menor absorvância nos sons graves, possivelmente, é em decorrência do aumento da rigidez do sistema tímpano-ossicular uma vez que a Otosclerose se inicia com perda auditiva nas frequências baixas devido à fixação da platina do estribo pelo foco otosclerótico nas proximidades da janela oval ou pela fibrose do ligamento anular (GINSBERG; WHITE, 1989; KAROSI; SKIKLAI, 2010; SCHRAUWEN; VAN CAMP, 2010; HUEB; SILVEIRA, 2011). Adicionalmente, o aumento da energia absorvida pela OM (absorvância) nas frequências baixas identificado nas orelhas operadas em relação ao grupo de orelhas não operadas, pode estar associado com as mudanças mecânicas do sistema tímpano-ossicular que ocorre após a realização de uma cirurgia bem-sucedida (HUEB; SILVEIRA, 2011). Achado semelhante foi descrito por

Shahnaz, Longridge e Bell (2009) para a reflectância nas orelhas operadas e ao analisar o limiar auditivo.

- **Magnitude da admitância**

Independente da condição da orelha, operada ou não, observou-se uma maior facilidade na transmissão da onda sonora pela OM na faixa de 1992 a 4008 Hz, tendo assim uma maior amplificação do estímulo no MAE nesta região de frequência e, conseqüentemente, uma maior absorção de energia (Figura 6). Estudos evidenciaram que a frequência de ressonância obtida por meio da timpanometria em multifrequência foi entre 1500 e 2000 Hz em ouvintes normais, no entanto, o efeito de rigidez decorrente da Otosclerose tende a deslocá-la para frequências mais altas (HUEB; SILVEIRA, 2011; CARVALLO; SANCHES, 2015). Com isso, o padrão de magnitude da admitância verificado neste estudo, assim como da frequência de ressonância sofreu influência dessa alteração no sistema tímpano-ossicular.

- **Magnitude da impedância**

Foi constatada na Figura 6 uma maior oposição à transmissão da onda sonora pela OM nas frequências baixas atingindo seu valor máximo em 258 Hz, diminuindo até 4008 Hz com posterior aumento em 6000 Hz, independente da condição da orelha, operada ou não. Dessa maneira, há uma melhor transmissão acústica na faixa de frequência em torno de 4008 Hz, o que foi reforçado pelos achados da magnitude da admitância obtidos neste trabalho e condizente com o descrito por Carvallo e Sanches (2015) com relação à frequência de ressonância nas orelhas com Otosclerose. Tais características da magnitude da impedância contrastaram com as da absorvância uma vez que retratam a resistência (impedância) e a facilidade (admitância) oferecidas pelo tímpano-ossicular em função da frequência do tom incidente, respectivamente. Observa-se que concomitantemente a diminuição da oposição à transmissão das frequências baixas há um aumento gradativo da absorvância.

- **Fase da impedância e da reflectância**

Em relação à fase da impedância (Figura 6), identificou-se fase negativa para as frequências baixas e médias, menos acentuada em determinadas regiões nas orelhas operadas, fase próxima à zero entre 3000 e 4008 Hz e a partir desta

frequência fase positiva. Foi possível inferir, baseado nesse comportamento, que as orelhas diagnosticadas com Otosclerose são dominadas pela rigidez nos sons graves e médios, por resistência entre 3000 e 4008 Hz e pela massa a partir de 4008 Hz. Provavelmente, este fato justifica-se, pois, caracteristicamente, nesta patologia existe uma reabsorção óssea com impacto no fator massa, com consequente fixação do estribo na janela oval e aumento do fator rigidez.

A rigidez evidenciada na fase negativa, assim como a identificação de maior fase da reflectância nas frequências baixas e médias (Figura 6), ambas as medidas atingindo seu valor máximo em 258 Hz, também pode ser constatada na medida da timpanometria referente à compliância, quando obtida com tom de sonda de 226 Hz, a curva timpanométrica do tipo Ar com amplitude reduzida indicativa de aumento de rigidez do sistema devido a Otosclerose (JERGER; JERGER; MAULDIN, 1972; CARVALLO; SANCHES, 2015).

- **Delay da reflectância (*slope*)**

Verificou-se uma variação de comportamento entre as frequências, não sendo possível caracterizar um padrão de resposta em relação ao tempo de apresentação do estímulo pela sonda, transmissão até a membrana timpânica e a captação da energia pelo microfone da sonda no MAE. Este achado demonstra que mais estudos devem ser realizados a fim de caracterizar esta medida nos indivíduos com Otosclerose para possível utilização na prática clínica.

6.1 INTERAÇÕES E CORRELAÇÕES DAS MIA-BL

No que se refere à interação das MIA-BL obtidas com estímulo tom puro e *chirp* e o gênero na orelha operada e não operada de um mesmo indivíduo (Teste ANOVA e de *Tukey*), a interação foi significativa apenas para o *Delay* da reflectância, com diferença significativa entre os gêneros com interação do masculino e orelhas operadas, na frequência de 1500 Hz. Por se tratar de um achado isolado, no presente momento, não se constata valor clínico ao dado obtido. Não foi encontrado estudo que tenha analisado estas variáveis com as MIA-BL, com exceção do estudo de Shahnaz et al. (2009), que abordou apenas a reflectância com estímulo *chirp* em

28 orelhas não operadas com Otosclerose, não sendo constatada interação estatisticamente significativa para o gênero.

A idade na qual o indivíduo realizou a cirurgia se correlacionou negativamente apenas com a Magnitude da admitância para os estímulos tom puro e *chirp* na frequência de 1008 Hz. Assim, verificou-se que quanto maior a idade na qual foi realizada a intervenção, menor a facilidade com que a energia foi transmitida pela OM. Este comportamento está em concordância com o resultado obtido na fase da impedância e da reflectância deste estudo, indicando que as orelhas diagnosticadas com Otosclerose são dominadas pela rigidez nos sons graves e médios. A doença apresenta como manifestação clínica perda auditiva progressiva e, possivelmente, a cirurgia não foi realizada ainda na fase inicial de fixação da platina do estribo (HUEB; SILVEIRA, 2011), mostrando-se mais evidente a influência do fator rigidez devido a Otosclerose.

Foi constatada correlação positiva em relação ao tempo decorrido após a cirurgia com a Absorvância para a frequência de 492 Hz e com a Magnitude da impedância para a frequência de 6000 Hz, comportamento observado para ambos os estímulos tom puro e *chirp*. A princípio não há uma explicação para este achado, contudo, associado à mudança nos limiares auditivos observada no acompanhamento destes pacientes, obtêm-se indícios de que a intervenção cirúrgica pode não ser suficiente para impedir totalmente o processo da Otosclerose.

Frente aos resultados obtidos, recomenda-se que outros estudos sejam realizados a fim de determinar quais as medidas a serem inseridas no protocolo clínico para o diagnóstico e o acompanhamento pós-cirúrgico dos indivíduos com Otosclerose.

7 CONCLUSÃO

7 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstraram que, independente da condição da orelha, operada ou não, foi identificada uma maior facilidade na transmissão de energia pela orelha média, principalmente, na frequência de 4008 Hz, assim como uma maior impedância do sistema nas frequências baixas. Adicionalmente, constatou-se que estas orelhas apresentaram um padrão de transmissão de energia dominada pela rigidez nas frequências baixas, por resistência entre 3000 e 4008 Hz e pela massa a partir de 4008 Hz. Contudo, há diferenças nas medidas de imitância acústica de banda larga obtidas nas orelhas com diagnóstico de Otosclerose submetidas à estapedectomia ou estapedotomia, quando analisadas as frequências baixas e médias, o que demonstra o impacto positivo da intervenção cirúrgica na funcionalidade do sistema tímpano-ossicular.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, E. S. **Medidas de imitância acústica de banda larga em crianças com diferentes padrões timpanométricos**. 2015. 115 p. Tese (Doutorado em Ciências – área de concentração: processos e distúrbios da comunicação) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 2015.
- BITTERMANN, A. J. et al. An introduction of genetics in otosclerosis: a systematic review. **Otolaryngol Head Neck Surg**, v. 150, n. 1, p. 34-39, 2014.
- CARVALLO, R. M. M.; SANCHES, S. G. G. Medidas de imitância acústica. In: BOÉCHAT, E. M. et al. (Org.). **Tratado de audiologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015. p. 83-88.
- COX, R. M. Waiting for evidence-based practice for your hearing aid fittings? It's here! **Hear J**, v. 57, n. 8, p. 10-17, 2004.
- DIRKS, D. D. Audiometria tonal óssea. In: KATZ, J. **Tratado de audiologia clínica**. 3. ed. São Paulo, SP: Manole, 1989. p. 203-223.
- FEENEY, M. P. et al. Consensus statement: eriksholm workshop on wideband absorbance measures of the middle ear. **Ear Hear**, v. 34, Suppl 1, p. 78S-79S, 2013.
- GINSBERG, I. A.; WHITE, T. P. Considerações otológicas em audiologia. In: KATZ, J. **Tratado de audiologia clínica**. 3. ed. São Paulo: Manole, 1989. p. 14-38.
- HUEB, M. M. Otosclerose-tratamento. In: CAMPOS, C. A. H. de; COSTA, H. O. O. (Org.). **Tratado de otorrinolaringologia e cirurgia cervicofacial**. 2. ed. São Paulo, SP: Roca, 2011. v. 4, cap. 15, p. 177-190.
- HUEB, M. M.; SILVEIRA, J. A. M. da. Otosclerose e outras osteodistrofias do osso temporal. In: CAMPOS, C. A. H. de; COSTA, H. O. O. (Ed.). 2. ed. **Tratado de otorrinolaringologia e cirurgia cervicofacial**. São Paulo, SP: Roca, 2011. v. 4, cap. 14, p. 163-176.
- JERGER, J.; JERGER, S.; MAULDIN, L. Studies in impedance audiometry. **Arch Otolaryngol**, v. 96, p. 513-523, 1972.
- KAROSI, T.; SZIKLAI, I. Etiopathogenesis of otosclerosis etiopathogenesis of otosclerosis. **Eur Arch Otorhinolaryngol**, v. 267, n. 9, p. 1337-1349, Sept. 2010.
- MIMOSA ACOUSTICS. **Middle-ear power analyzer measurement**: manual for hear ID 5.0, 2011. 105 p.
- NAKAJIMA, H. H. et al. Comparison of ear-canal reflectance and umbo velocity in patients with conductive hearing loss: a preliminary study. **Ear Hear**, v. 33, n. 1, p. 35-43, Jan./Feb. 2012.

NAUMANN, I. C.; PORCELLINI, B.; FISCH, U. Otosclerosis: incidence of positive findings on high-resolution computed tomography and their correlation to audiological test data. **Ann Otol Rhinol Laryngol**, v. 114, n. 9, p. 709-716, Sept. 2005.

NETO, L. C. et al. Medidas de reflectância acústica na otosclerose: estudo de caso. **Audiol Commun Res**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 1-5, out./dez. 2014.

RUDIC, M. et al. The pathophysiology of otosclerosis: review of current research. **Hear Res**, v. 330, Pt A, p. 51-56, Dec. 2015.

SANFORD, A. C.; SCHOOLING, T.; FRYMARK, T. Determining the presence or absence of middle ear disorders: an evidence-based systematic review on the diagnostic accuracy of selected assessment instruments. **Am J Audiol**, v. 21, n. 2, p. 251-268, 2012.

SILMAN, S.; SILVERMAN, C. A. Basic audiologic testing. In: _____. **Auditory diagnosis: principles and applications**. San Diego: Singular Publishing Group, 1997. p. 44-52.

SCHRAUWEN, I.; VAN CAMP, G. The etiology of otosclerosis: a combinations of genes and environment. **Laryngoscope**, v. 120, n. 6, p. 1195-1202, June 2010.

SHAHNAZ, N.; LONGRIDGE, N.; BELL, D. Wideband energy reflectance patterns in preoperative and post-operative otosclerotic ears. **Int J Audiol**, v. 48, n. 5, p. 240-247, Jan. 2009.

SHAHNAZ, N. et al. Energy reflectance and tympanometry in normal and otosclerotic ears. **Ear Hear**, v. 30, n. 2, p. 219-233, Apr. 2009.

WEGNER, I. et al. Pure-tone audiometry in otosclerosis: insufficient evidence for the diagnostic value of the carhart notch. **Otolaryngol Head Neck Surg**, v. 149, n. 4, p. 528-532, Oct. 2013.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Prevention of blindness and deafness: grades of hearing impairment**. c2017. Disponível em: <http://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en>. Acesso em: 10 jan. 2017.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Ficha protocolar dos estudos incluídos na revisão de literatura

Estudo	Tipo de pesquisa	Qualidade da evidência	Nível de recomendação	Participantes	Equipamento	Estímulo	Frequências analisadas	Medidas analisadas
SHAHNAZ; LONGRIDGE; BELL, 2009	Transversal	Nível 4	B	15 adultos com otosclerose de 24 a 56 anos (15 orelhas)	RMS-system versão 4.0.4.4 (Mimosa Acoustics)	<i>Chirp</i>	211 a 6000 Hz	Reflectância
SHAHNAZ et al., 2009	Transversal	Nível 4	B	28 adultos de 24 a 56 anos (28 orelhas) e 62 de 20 a 32 anos (115 orelhas normais)	RMS-system versão 4.0.4.4 (Mimosa Acoustics)	<i>Chirp</i>	211 a 6000 Hz	Reflectância
NAKAJIMA et al., 2012	Transversal	Nível 4	B	31 adultos, sendo 14 com otosclerose de 22 a 72 anos (14 orelhas)	Mimosa Acoustics	<i>Chirp</i>	200 a 6000 Hz	Reflectância
SANFORD; SCHOOLING; FRYMARK, 2012	Revisão sistemática	Nível 1	A	10 estudos, sendo apenas um sobre otosclerose	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

APÊNDICE B - Caracterização das orelhas operadas quanto ao gênero, faixa etária, lateralidade, nível de audição, grau da deficiência auditiva e cirurgia (unilateral ou bilateral)

Orelha	Gênero	Idade (anos)	Lateralidade	Nível de audição	Grau da deficiência auditiva	Cirurgia
1	F	55	D	Audição normal	-	Bilateral
2	F	55	E	Audição normal	-	Bilateral
3	M	53	D	Audição normal	-	Bilateral
4	M	53	E	Audição normal	-	Bilateral
5	F	35	D	Audição normal	-	Bilateral
6	F	35	E	Audição normal	-	Bilateral
7	M	44	E	Audição normal	-	Bilateral
8	F	71	E	Audição normal	-	Bilateral
9	F	44	E	Audição normal	-	Bilateral
10	M	52	D	Audição normal	-	Unilateral
11	F	52	E	Audição normal	-	Unilateral
12	F	58	E	Audição normal	-	Unilateral
13	F	58	D	Audição normal	-	Unilateral
14	F	43	E	Audição normal	-	Unilateral
15	F	56	E	Audição normal	-	Unilateral
16	F	56	E	DA sensorineural	Leve	Unilateral
17	F	72	D	DA sensorineural	Leve	Unilateral
18	M	42	E	DA sensorineural	Leve	Unilateral
19	F	47	D	DA sensorineural	Leve	Bilateral
20	F	66	D	DA sensorineural	Leve	Bilateral
21	F	47	E	DA sensorineural	Moderada	Bilateral
22	F	53	D	DA sensorineural	Moderada	Bilateral
23	F	47	E	DA sensorineural	Severa	Bilateral
24	F	61	E	DA sensorineural	Profunda	Unilateral
25	F	69	D	DA sensorineural	Profunda	Unilateral
26	M	44	D	DA sensorineural	Profunda	Unilateral
27	M	64	E	DA sensorineural	Profunda	Bilateral
28	F	61	D	DA sensorineural	Profunda	Bilateral
29	M	46	E	DA sensorineural	Profunda	Bilateral
30	M	44	D	DA mista	Leve	Bilateral
31	F	71	D	DA mista	Leve	Bilateral
32	M	64	D	DA mista	Leve	Bilateral
33	M	33	D	DA mista	Leve	Bilateral
34	F	66	D	DA mista	Leve	Unilateral
35	F	44	D	DA mista	Moderada	Bilateral
36	F	66	E	DA mista	Moderada	Bilateral
37	F	61	E	DA mista	Moderada	Bilateral
38	M	46	D	DA mista	Moderada	Bilateral
39	M	33	E	DA mista	Moderada	Bilateral
40	M	49	E	DA mista	Moderada	Bilateral
41	F	63	E	DA mista	Moderada	Unilateral
42	M	62	E	DA mista	Moderada	Unilateral
43	M	80	E	DA mista	Moderada	Unilateral
44	M	41	D	DA mista	Moderada	Unilateral
45	F	53	E	DA mista	Severa	Bilateral
46	F	76	E	DA mista	Severa	Bilateral
47	F	71	E	DA mista	Severa	Bilateral
48	F	67	D	DA mista	Severa	Bilateral
49	F	42	D	DA mista	Severa	Unilateral
50	F	42	D	DA mista	Severa	Unilateral
51	M	69	E	DA mista	Severa	Unilateral
52	M	72	D	DA mista	Severa	Unilateral
53	F	71	D	DA mista	Profunda	Bilateral
54	F	67	E	DA mista	Severa	Bilateral

APÊNDICE C - Caracterização das orelhas não operadas quanto ao gênero, faixa etária, lateralidade, pressão, compliância, nível de audição e grau da deficiência auditiva

Orelha	Gênero	Idade (anos)	Lateralidade	Pressão (daPa)	Compl. (ml)	Reflexos acústicos	Nível de audição	Grau da deficiência auditiva
1	F	56	D	-17	0,74	Ausentes	DA sensorineural	Leve
2	F	63	D	-23	1,25	Ausentes	DA sensorineural	Leve
3	M	52	E	-38	0,31	Ausentes	DA mista	Moderada
4	F	58	D	9	0,63	Ausentes	DA mista	Moderada
5	F	58	E	-27	0,44	Ausentes	DA mista	Moderada
6	M	42	D	-35	0,22	Ausentes	DA mista	Moderada
7	F	60	D	-2	1,22	Ausentes	DA mista	Moderada
8	F	61	D	-14	0,60	Ausentes	DA mista	Moderada
9	M	44	E	-7	1,51	Ausentes	DA mista	Moderada
10	F	42	E	-7	1,05	Ausentes	DA mista	Moderada
11	M	72	E	-80	0,12	Ausentes	DA mista	Moderada
12	M	69	D	-23	0,22	Ausentes	DA mista	Moderada
13	F	52	D	-38	0,55	Ausentes	DA mista	Severa
14	F	43	D	-4	1,74	Ausentes	DA mista	Severa
15	F	56	D	-2	0,74	Ausentes	DA mista	Severa
16	M	62	D	-16	0,69	Ausentes	DA mista	Severa
17	M	80	D	-31	0,13	Ausentes	DA mista	Severa
18	M	41	E	-14	0,54	Ausentes	DA mista	Severa
19	F	72	E	-31	0,31	Ausentes	DA mista	Profunda
20	F	69	E	-14	0,46	Ausentes	DA mista	Profunda
21	F	66	E	-10	0,34	Ausentes	DA condutiva	Moderada
22	F	42	E	-18	0,34	Ausentes	DA condutiva	Moderada

APÊNDICE D - Média (X) e desvio padrão (DP) das medidas por frequência (Hz) obtidos com estímulo tom puro para as orelhas operadas (G1) e não operadas (G2) de um mesmo indivíduo (n=21)

Medidas	Grupos	258 Hz	492 Hz	750 Hz	1008 Hz	1500 Hz	1992 Hz	3000 Hz	4008 Hz	6000 Hz
Absorvância	G1	$X=10,099$ DP=7,534	$X=28,621$ DP=20,973	$X=55,959$ DP=23,697	$X=55,641$ DP=11,391	$X=54,344$ DP=16,562	$X=50,896$ DP=24,556	$X=47,356$ DP=36,271	$X=36,516$ DP=26,437	$X=22,780$ DP=17,422
	G2	$X=11,712$ DP=17,847	$X=19,429$ DP=17,423	$X=31,935$ DP=15,182	$X=45,845$ DP=19,146	$X=60,872$ DP=20,861	$X=59,563$ DP=20,190	$X=57,997$ DP=18,241	$X=47,196$ DP=19,135	$X=28,691$ DP=28,599
Magnitude da admitância	G1	$X=0,164$ DP=0,045	$X=0,373$ DP=0,142	$X=0,468$ DP=0,167	$X=0,424$ DP=0,171	$X=0,569$ DP=0,206	$X=0,781$ DP=0,322	$X=1,460$ DP=0,560	$X=3,213$ DP=2,037	$X=2,738$ DP=3,656
	G2	$X=0,138$ DP=0,031	$X=0,270$ DP=0,074	$X=0,401$ DP=0,084	$X=0,550$ DP=0,135	$X=0,685$ DP=0,170	$X=0,816$ DP=0,188	$X=1,477$ DP=0,687	$X=2,946$ DP=1,962	$X=1,994$ DP=2,144
Magnitude da impedância	G1	$X=6,451$ DP=1,562	$X=3,002$ DP=0,964	$X=2,457$ DP=1,056	$X=2,689$ DP=0,933	$X=1,974$ DP=0,727	$X=1,449$ DP=0,508	$X=0,798$ DP=0,338	$X=0,479$ DP=0,373	$X=1,922$ DP=3,484
	G2	$X=7,538$ DP=1,422	$X=3,886$ DP=0,789	$X=2,600$ DP=0,547	$X=1,900$ DP=0,372	$X=1,561$ DP=0,467	$X=1,299$ DP=0,357	$X=0,790$ DP=0,296	$X=0,527$ DP=0,392	$X=1,700$ DP=2,272
Fase da impedância	G1	$X=-0,224$ DP=0,020	$X=-0,208$ DP=0,029	$X=-0,118$ DP=0,097	$X=-0,137$ DP=0,060	$X=-0,167$ DP=0,036	$X=-0,179$ DP=0,046	$X=-0,163$ DP=0,093	$X=-0,072$ DP=0,170	$X=0,167$ DP=0,126
	G2	$X=-0,225$ DP=0,013	$X=-0,220$ DP=0,018	$X=-0,203$ DP=0,031	$X=-0,185$ DP=0,035	$X=-0,150$ DP=0,048	$X=-0,161$ DP=0,040	$X=-0,139$ DP=0,092	$X=-0,084$ DP=0,156	$X=0,192$ DP=0,108
Fase da reflectância	G1	$X=-0,051$ DP=0,014	$X=-0,108$ DP=0,034	$X=-0,082$ DP=0,088	$X=-0,101$ DP=0,060	$X=-0,150$ DP=0,050	$X=-0,204$ DP=0,068	$X=-0,329$ DP=0,117	$X=-0,466$ DP=0,142	$X=-0,703$ DP=0,160
	G2	$X=-0,043$ DP=0,009	$X=-0,082$ DP=0,018	$X=-0,116$ DP=0,026	$X=-0,151$ DP=0,032	$X=-0,174$ DP=0,052	$X=-0,212$ DP=0,043	$X=-0,331$ DP=0,121	$X=-0,462$ DP=0,155	$X=-0,721$ DP=0,154

APÊNDICE E - Média (X) e desvio padrão (DP) das medidas por frequência (Hz) obtidos com estímulo *chirp* para as orelhas operadas (G1) e não operadas (G2) de um mesmo indivíduo (n=21)

Medidas	Grupos	258 Hz	492 Hz	750 Hz	1008 Hz	1500 Hz	1992 Hz	3000 Hz	4008 Hz	6000 Hz
Absorvância	G1	X=9,403 DP=9,533	X=30,352 DP=20,579	X=56,4280 DP=22,864	X=56,629 DP=10,895	X=54,759 DP=15,870	X=51,391 DP=23,407	X=47,358 DP=35,778	X=36,499 DP=27,300	X=23,088 DP=18,567
	G2	X=7,848 DP=7,088	X=17,576 DP=12,180	X=31,057 DP=14,231	X=46,591 DP=19,817	X=64,468 DP=18,313	X=64,120 DP=17,837	X=60,054 DP=17,187	X=43,508 DP=17,777	X=20,300 DP=20,772
Magnitude da admitância	G1	X=0,159 DP=0,0403	X=0,475 DP=0,144	X=0,430 DP=0,170	X=0,568 DP=0,179	X=0,785 DP=0,207	X=1,509 DP=0,325	X=3,186 DP=0,590	X=2,391 DP=1,940	X=0,138 DP=2,639
	G2	X=0,139 DP=0,327	X=0,267 DP=0,068	X=0,404 DP=0,091	X=0,547 DP=0,136	X=0,689 DP=0,175	X=0,817 DP=0,200	X=1,412 DP=0,548	X=2,825 DP=1,840	X=2,109 DP=2,546
Magnitude da impedância	G1	X=6,587 DP=1,448	X=3,027 DP=1,042	X=2,434 DP=1,079	X=2,660 DP=0,917	X=1,989 DP=0,762	X=1,447 DP=0,519	X=0,785 DP=0,360	X=0,472 DP=0,337	X=1,666 DP=2,656
	G2	X=7,520 DP=1,586	X=3,922 DP=0,807	X=2,591 DP=0,572	X=1,912 DP=0,377	X=1,556 DP=0,469	X=1,303 DP=0,367	X=0,805 DP=0,290	X=0,554 DP=0,408	X=1,747 DP=2,307
Fase da impedância	G1	X=-0,224 DP=0,029	X=-0,204 DP=0,029	X=-0,119 DP=0,096	X=-0,135 DP=0,058	X=-0,167 DP=0,034	X=-0,180 DP=0,041	X=-0,164 DP=0,090	X=-0,073 DP=0,171	X=0,153 DP=0,148
	G2	X=-0,225 DP=0,021	X=-0,219 DP=0,019	X=-0,204 DP=0,030	X=-0,185 DP=0,036	X=-0,150 DP=0,049	X=-0,160 DP=0,040	X=-0,134 DP=0,104	X=-0,086 DP=0,157	X=0,190 DP=0,110
Fase da reflectância	G1	X=-0,049 DP=0,012	X=-0,107 DP=0,035	X=-0,132 DP=0,166	X=-0,150 DP=0,197	X=-0,197 DP=0,207	X=-0,250 DP=0,221	X=-0,376 DP=0,207	X=-0,511 DP=0,222	X=-0,748 DP=0,230
	G2	X=-0,043 DP=0,010	X=-0,081 DP=0,017	X=-0,117 DP=0,027	X=-0,150 DP=0,032	X=-0,175 DP=0,053	X=-0,212 DP=0,045	X=-0,335 DP=0,130	X=-0,463 DP=0,163	X=-0,720 DP=0,159
Delay da reflectância	G1	X=0,210 DP=0,113	X=0,350 DP=0,244	X=0,070 DP=0,549	X=0,092 DP=0,167	X=0,121 DP=0,0738	X=0,140 DP=0,104	X=0,112 DP=0,072	X=0,126 DP=0,056	X=0,120 DP=0,038
	G2	X=0,184 DP=,0549	X=0,192 DP=0,122	X=0,164 DP=0,067	X=0,119 DP=0,099	X=0,024 DP=0,162	X=0,091 DP=0,161	X=0,125 DP=0,088	X=0,122 DP=0,046	X=0,119 DP=0,052

ANEXO

ANEXO A - Aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa do HRAC-USP **PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Medidas de imitância acústica de banda larga em indivíduos com otosclerose

Pesquisador: Juliana Nogueira Chaves

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 43748315.1.0000.5441

Instituição Proponente: Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da USP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.045.093

Data da Relatoria: 28/04/2015

Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de doutorado, prospectivo, onde pretende-se estudar 30 indivíduos adultos, regularmente matriculados na Divisão de Saúde Auditiva do HRAC-USP, com diagnóstico de otosclerose, submetidos à estapedectomia ou estapedotomia em pelo menos uma orelha. Os procedimentos utilizados serão Audiometria Tonal Limiar,

Logaudiometria, Imitanciometria e Medidas de Imitância Acústica de Banda Larga, realizados durante a rotina de atendimentos, com duração estimada de 40 minutos.

Objetivo da Pesquisa:

Caracterizar as medidas de imitância acústica de banda larga em indivíduos com otosclerose.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

As autoras relatam que os possíveis riscos para este tipo de estudo estão relacionados à sensação temporária de "ouvido ocluído" pelo uso do fone/sonda durante os testes auditivos e possível cansaço habitual observados nos atendimentos de rotina clínica. Uma vez realizados a partir das normas preconizadas pela Comissão Nacional de Ética em

Pesquisas em Seres Humanos, obedecendo às normas de biossegurança e guardando o sigilo ético.

Referem que o benefício esperado constitui na importante contribuição para o avanço no processo de diagnóstico e acompanhamento audiológico dos indivíduos com otosclerose. Adicionalmente, o

Endereço: SILVIO MARCHIONE 3-20

Bairro: VILA NOVA CIDADE UNIVERSITARIA

CEP: 17.012-900

UF: SP

Município: BAURU

Telefone: (14)3235-8421

Fax: (14)3234-7818

E-mail: uep_projeto@centrinho.usp.br

Continuação do Parecer: 1.045.093

desenvolvimento do projeto poderá trazer a população-alvo o benefício verificado em projetos desta natureza.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto com mérito científico e inovador. Certamente contribuirá para o avanço do diagnóstico da otosclerose.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos necessários foram apresentados corretamente, sendo eles:

- Carta de encaminhamento dos pesquisadores aos CEP;
- Formulário HRAC;
- Folha de Rosto Plataforma Brasil;
- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido;
- Formulário de Permissão para uso de Registros para Fins Científicos;
- Termo de Compromisso de Tornar Públicos os Resultados da Pesquisa e Destinação de Materiais ou Dados Coletados;
- Termo de Compromisso do Pesquisador Responsável.

Recomendações:

Não se aplica.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Por não haver implicações éticas no projeto sugiro ao CEP sua aprovação.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Avaliação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

O pesquisador deve atentar que o projeto de pesquisa aprovado por este CEP refere-se ao protocolo submetido para avaliação. Portanto, conforme a Resolução CNS 466/12, o pesquisador é responsável por "desenvolver o projeto conforme delineado", se caso houver alterações nesse projeto, este CEP deverá ser comunicado em emenda via Plataforma Brasil, para nova avaliação.

Cabe ao pesquisador notificar via Plataforma Brasil o relatório final para avaliação, assim como os relatórios semestrais, os Termos de Consentimento Livre e Esclarecidos e/ou outros Termos obrigatórios, quando solicitados no parecer.

Endereço: SILVIO MARCHIONE 3-20	
Bairro: VILA NOVA CIDADE UNIVERSITARIA	CEP: 17.012-900
UF: SP	Município: BAURU
Telefone: (14)3235-8421	Fax: (14)3234-7818
	E-mail: uep_projeto@centrinho.usp.br

Continuação do Parecer: 1.045.093

BAURU, 30 de Abril de 2015

Assinado por:
Silvia Maria Graziadei
(Coordenador)

Endereço: SILVIO MARCHIONE 3-20
Bairro: VILA NOVA CIDADE UNIVERSITARIA **CEP:** 17.012-900
UF: SP **Município:** BAURU
Telefone: (14)3235-8421 **Fax:** (14)3234-7818 **E-mail:** uep_projeto@centrinho.usp.br