

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**FACULDADE DE MEDICINA**

**Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à  
Cirurgia e à Oftalmologia**

**AVALIAÇÃO AUDITIVA EM  
NEONATOS E LACTENTES  
UTILIZANDO EMISSÕES  
OTOACÚSTICAS TRANSIENTES,  
TIMPANOMETRIA E  
REFLECTÂNCIA DE POTÊNCIA**

**TICIANNA GARAMBONE DE CERQUEIRA LIMA**

**BELO HORIZONTE – MG**

**2014**

TICIANNA GARAMBONE DE CERQUEIRA LIMA

**AVALIAÇÃO AUDITIVA EM  
NEONATOS E LACTENTES  
UTILIZANDO EMISSÕES  
OTOACÚSTICAS TRANSIENTES,  
TIMPANOMETRIA E  
REFLECTÂNCIA DE POTÊNCIA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à Cirurgia e à Oftalmologia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial no processo de qualificação para a obtenção do grau de Mestre

Orientador: Prof. Dr. Roberto Eustáquio Santos Guimarães

Co-orientador: Prof. Dr. Celso Gonçalves Becker

BELO HORIZONTE - MG

2014

L732a Lima, Ticianna Garambone de Cerqueira.  
Avaliação auditiva em neonatos e lactentes utilizando emissões otoacústicas transientes, timpanometria e reflectância de potência [manuscrito]. / Ticianna Garambone de Cerqueira Lima. -- Belo Horizonte: 2014.  
89f.: il.  
Orientador: Roberto Eustáquio Santos Guimarães.  
Co-Orientador: Celso Gonçalves Becker.  
Área de concentração: Ciências Aplicadas à Cirurgia e à Oftalmologia.  
Dissertação (mestrado): Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina.  
1. Testes Auditivos. 2. Triagem Neonatal. 3. Orelha Média. 4. Estudos de Casos. 5. Lactente. 6. Dissertações Acadêmicas. I. Guimarães, Roberto Eustáquio Santos. II. Becker, Celso Gonçalves. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina. IV. Título.  
NLM: WV 271



## **Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à Cirurgia e à Oftalmologia**

### **Reitor**

Prof. Jaime Arturo Ramírez

### **Vice-Reitora**

Profª Sandra Regina Goulart Almeida

### **Pró-Reitor de Pós-Graduação**

Prof. Ricardo Santiago Gomez

### **Pró-Reitor de Pesquisa**

Prof. Renato de Lima dos Santos

### **Diretor da Faculdade de Medicina**

Prof. Tarcizo Afonso Nunes

### **Vice-Diretor da Faculdade de Medicina**

Prof. Humberto José Alves

### **Coordenador do Centro de Pós-Graduação**

Prof. Manoel Otávio da Costa Rocha

### **Subcoordenadora do Centro de Pós-Graduação**

Profª. Teresa Cristina de Abreu Ferrari

### **Chefe do Departamento de Cirurgia**

Prof. Renato Santiago Gomes

### **Chefe do Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia:**

Profª Ana Rosa Figueiredo Pimentel

**Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à Cirurgia e à Oftalmologia:**

Prof. Marcelo Dias Sanches

**Subcoordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à Cirurgia e à Oftalmologia:**

Profª. Ivana Duval de Araújo

**Colegiado do Programa de Pós Graduação em Ciências Aplicadas à Cirurgia e à Oftalmologia**

Prof. Marcelo Dias Sanches

Profª. Ivana Duval Araújo

Prof. Tarcizo Afonso Nunes

Prof. Alcino Lazaro da Silva

Prof. Renato Santiago Gomez

Prof. Marcio Bittar Nehemy

**Representante Discente:**

José Carlos Souza Vilela

## DEDICATÓRIA

Dedico esta pesquisa, um sonho realizado, aos meus pais Marcos e Andressa e aos meus filhos Rafael e Ricardo.

Pai, por sua presença, suporte, incentivo, reconheço que recebi geneticamente sua garra.

Mãe, mulher linda, forte, dedicada e tão amorosa que me ensina a cada dia a amar a vida e a ser feliz.

Rafael e Ricardo, vocês são minha força, a minha missão: lutem sempre, sejam fortes e justos, tenham fé, sonhem os sonhos que Deus tem para vocês e sejam vitoriosos e muitofelizes.

## AGRADECIMENTOS

“O Senhor é meu pastor, nada me faltará.” Salmo 22

Realmente nada me faltou até hoje, foram tantas adversidades, mas tenho que agradecer, pois em nenhum momento estive sozinha, portanto gostaria de agradecer a Deus por ter colocado essas pessoas em minha vida:

Dr. Roberto Guimarães que acreditou na minha capacidade de trabalho e foi um incentivador incansável.

Dra. Helena Becker pela adorável companhia nas extensas revisões desta pesquisa o que tornou este trabalho possível.

Dr. Celso Becker por conseguir apoio instrumental para que este trabalho pudesse ser realizado.

Dr. Marcelo Piza por possibilitar o meu conhecimento técnico, necessário para o início desta pesquisa.

Dra. Gisele Doricci, fonoaudióloga, obrigada por me ensinar com excelência a utilizar este novo equipamento, Sistema Mimosa Acústica HearID.

Dra. Maria Lília Campello Pereira por tanto apoio e sabedoria em todas as áreas da minha vida, por me ensinar a ver com outros olhos os acontecimentos. Enfim, por aumentar a minha fé.

Dra. Josianne Katherine, minha amiga, quero agradecer pelas horas e até dias que você dispensou à formatação deste trabalho, com dedicação e generosidade incalculáveis e uma imensa vontade que desse certo.

Camilo Resende, obrigada por ajudar na organização e na estatística, um árduo trabalho, que você fez com tanta perfeição.

Luci Imaculada, obrigada por corrigir minhas falhas ortográficas com tanto zelo.

Virgínia Magalhães, obrigada por toda ajuda e prestimosidade nas traduções.

Dra. Daniele Ferreira, fonoaudióloga, colega de coleta de dados que se transformou em amiga, obrigada por sua dedicação e empenho nesta pesquisa e principalmente por facilitar todo este trabalho.

Dra. Sirley Carvalho, fonoaudióloga, obrigada pela disponibilidade e carinho em solucionar as minhas dúvidas.

Dra. Luciana Macedo, fonoaudióloga, obrigada por todas as suas orientações.

A Empresa Starkey por apoiar esta pesquisa.

Aos meus queridos irmãos Marcos, João Vicente e Leandro por serem homens exemplares para minha vida e por me ajudarem a resolver algumas etapas desta pesquisa.

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Diagrama esquemático mostrando os tipos de curvas timpanométricas...	25
Figura 2 - Secção cruzada do ouvido ilustrando a sonda no conduto auditivo externo.....	26
Figura 3 - Sistema MimosaAcoustics HearID.....	34
Figura 4 - Os três tipos de pontas de borracha utilizadas.....	35
Figura 5- Janela de medição durante uma calibração da sonda .....	36
Figura 6 - Telade calibraçãoapósos parâmetrosThéveninserem utilizados.....	37
Figura 7 - Janela demedição inicial,antes de fazer umamediçãoRP.....	37
Figura 8 - RP de paciente realizado no dia 10/09/2013, em que A representa a orelha esquerda com RP dentro da normalidade e C representa a orelha direita com RP acima dos valores padrões.....	38
Figura 9 - Resultados da RP em orelhas normais comparadoscom orelhas médias com líquido.....	57

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Descrição qualitativa dos resultados dos exames realizados.....	39
Tabela 2 - Avaliação do coeficiente Kappa.....	40
Tabela 3 - Descrição do teste EOAT nos 105 neonatos e lactentes avaliados.....	42
Tabela 4 -Descrição da timpanometria nos 105 neonatos e lactentes avaliados.....	42
Tabela 5 - Descrição do teste RP nos 105 neonatos e lactentes avaliados.....	43
Tabela 6 - Coeficiente de Kappa para a concordância entre os exames EOAT, timpanometria e RP nos 105 neonatos e lactentes avaliados.....	44
Tabela 7 - Cruzamento entre o teste RP e a timpanometria.....	45
Tabela 8 - Concordância entre os exames timpanometria e RP nos 105 neonatos e lactentes avaliados.....	46
Tabela 9 - Cruzamento entre a timpanometria e EOAT nos 105 neonatos e lactentes avaliados.....	47
Tabela 10 - Especificidade da timpanometria nas 193 orelhas com resultado “passa” nas EOAT .....	47
Tabela 11 - Cruzamento entre o teste RP e EOAT nos 105 neonatos e lactentes avaliados.....	48
Tabela 12 - Especificidade do teste RP nas frequências avaliadas nas 193 orelhas com resultado “passa” nas EOAT.....	49
Tabela 13 - Descrição da timpanometria (para os 10 pacientes - 17 orelhas - que falharam no teste EOAT) .....	50
Tabela 14 - Descrição do teste RP (para os 10 pacientes – 17 orelhas - que falharam no teste EOAT) .....	50
Tabela 15 - RP e timpanometria dos neonatos e lactentes que falharam no teste de triagem.....	51
Tabela 16 –Resultados dos retestes.....	52

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CBPAI	Comitê Brasileiro sobre Perdas Auditivas na Infância
CCE	Células Ciliadas Externas
COMUSA	Comitê Multiprofissional em Saúde Auditiva
daPa	DecaPascal
dB	Decibel
EOA	Emissões Otoacústicas Evocadas
EOAPD	Emissões Otoacústicas Evocadas Produto de Distorção
EOAT	Emissões Otoacústicas Evocadas Transientes
Hz	<i>Hertz</i>
IRDA	Indicadores de Risco para Deficiência Auditiva
JCIH	<i>Joint Committee on Infant Hearing</i>
MEPA	<i>Middle-ear Power Analyzer</i>
MT	MembranaTimpânica
NA	Nível de Audição
NPS	Nível de Pressão Sonora
OM	Orelha Média
PEATE	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico
PETAN	Programa Estadual de Triagem Audtiva Neonatal
R	Reflectância
RBL	Reflectância de Banda Larga
RP	Reflectância de Potência

SASA	Serviço de Atenção à Saúde Auditiva
SES –MG	Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais
SRTAN	Serviço de Referência de Triagem Auditiva Neonatal
TAN	Triagem Auditiva Neonatal
TANU	Triagem Auditiva Neonatal Universal
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

**ÍNDICE**

Resumo.....	XV
Abstract.....	XVI
1 Introdução.....	18
2 Revisão da Literatura.....	22
2.1 Emissões otoacústicas evocadas transientes.....	22
2.2 Timpanometria.....	23
2.3 Reflectância.....	25
3 Objetivos.....	30
3.1 Objetivo Geral.....	30
3.2 Objetivos Específicos.....	30
4 Material e Métodos.....	32
4.1 Amostra.....	32
4.2 Métodos.....	32
4.3 Tratamento estatístico.....	39
4.3.1 Análise descritiva.....	39
4.3.2 Comparações entre os exames.....	39
4.3.3 Especificidade.....	40
5 Resultados.....	42
5.1 Análise Descritiva.....	42
5.2 Concordância entre os Exames.....	43
5.3 Especificidade da Timpanometria e da Reflectância de Potência.....	46
5.3.1 Timpanometria.....	46

5.3.2 Especificidade da Reflectância de Potência.....	48
5.4 Avaliação entre RP e a timpanometria entre aqueles que falharam no EOAT.....	50
.	
6.Discussão.....	56
6.1 Análise descritiva dos resultados das EOAT, RP e timpanometria.....	56
6.2 Comparação dos testes avaliados.....	57
6.3 Especificidades da Timpanometria e RP.....	58
6.4 Avaliação dos neonatos e lactentes que falharam na triagem auditiva e no reteste.....	59
7Conclusões.....	61
8Referências Bibliográficas.....	63
9 Apêndice e Anexos.....	68
Apêndice I: Termo de consentimento livre e esclarecido.....	69
Anexo I: Cópias da aprovação dos projetos pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais e outros documentos.....	70
Anexo II: Folha de anamnese realizada pela fonaudióloga.....	71
Anexo III: Banco de Dados dos 105 neonatos e lactentes.....	72
Anexo IV: Comprovante de submissão do artigo em Revista Científica.....	78
Anexo V: Artigo Científico submetido.....	80

# RESUMO

## RESUMO

**Introdução:** A triagem auditiva neonatal permite identificar alterações auditivas precocemente. Entretanto, doenças da orelha média podem dificultar o diagnóstico. **Objetivo:** avaliar o exame de reflectância de potência como um indicador de doença de orelha média e compará-lo com a timpanometria. **Material e Método:** Estudo de casos em que foram avaliados 105 neonatos e lactentes da triagem auditiva do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais, em 2013. Foram realizados osexames de emissões otoacústicas transientes, reflectância de potência e timpanometria. **Resultados:** Na avaliação das emissões otoacústicas cerca de 95% dos neonatos e lactentes passaram. A especificidade da reflectância de potência em todas as frequências pesquisadas variou de 75,3% a 95,9% e da timpanometria em 1.000 Hz variou de 83% a 87,2% e houve concordância entre esses exames. **Conclusão:** O resultado do exame de reflectância, nas frequências de 2.000 Hz e 3.000Hz, apresentou correlação com a timpanometria e com as emissões otoacústicas, e foram estas as frequências mais adequadas para a determinação de doença de orelha média pela reflectância de potência. Observou-se que valores da reflectância de potência acima dos padrões sugerem presença de líquido em orelha média, portanto uma alteração condutiva.

**Palavras Chave:** Testes auditivos, Triagem neonatal, Orelha média

**ABSTRACT**

**Introduction:** The audio trial in newborns allows us to detect hearing problems early in life. However, middle ear diseases can make the diagnosis more difficult. **Aim:** To evaluate the power reflectance measurement based on the wide band reflectance as an indicator of the middle ear disease and to compare it to the tympanometry. **Method:** Case study, this study evaluated 105 newborns and infants who participated in the audio trial at the Clinics Hospital from the Federal University of Minas Gerais in 2013. The following exams were performed: transient otoacoustic emissions, power reflectance and tympanometry. **Results:** about 95% past the otoacoustic emissions evaluation; the specificity of power reflectance in all frequencies researched ranged from 75.3% to 95.9%, and the specificity of tympanometry in 1.000 Hz ranged from 83% to 87.2%, and there was a concordance amongst the exams. **Conclusion:** The outcome of the power reflectance exam in 2.000Hz and 3.000Hz showed a correlation with the results of tympanometry and otoacoustic emissions, and those were the most adequate frequencies to determine the middle ear disease through power reflectance measurement. It was also observed that the values of power reflectance above standards suggested the presence of liquid in the middle ear, thus a conductive hearing loss.

**Key Words:** Hearing Tests; Ear, Middle; Neonatal Screening

# Introdução

## 1INTRODUÇÃO

A audição é um dos sentidos de enorme relevância para o desenvolvimento humano, especialmente nos aspectos linguísticos e psicossociais. É uma das vias aferentes para a aquisição da linguagem e deve amadurecer paralelamente às outras vias aferentes, às vias eferentes ou motoras e ao desenvolvimento global. A criança privada de estimulação em seus dois primeiros anos de vida dificilmente atingirá por completo seu melhor potencial da função de linguagem, seja essa privação por falta de audição ou por falta de experiência de linguagem de boa qualidade. A audição não pode ficar restrita a grandes ruídos, pois sem a discriminação adequada dos sons o pensamento não é estimulado e a criatividade não é desenvolvida.

O objetivo da triagem auditiva neonatal (TAN) é a identificação precoce da perda auditiva visando uma pronta intervenção, preferencialmente antes dos 6 meses de idade, o que permitirá que a criança com deficiência auditiva receba os estímulos necessários para que ela possa desenvolver o processamento da fala, o que possibilita a comunicação e a expressão do pensamento muito próximos ao de crianças ouvintes.

Segundo o *Joint Committee on Infant Hearing (JCIH)*<sup>1</sup>, a surdez afeta uma a três crianças em cada 1.000 nascimentos, sendo a mais comum dentre as doenças congênitas. É 50 vezes mais frequente que a fenilcetonúria e 12 vezes mais que o hipotireoidismo, doenças que são detectados através do teste do pezinho. É constatada também três vezes mais frequente que a Síndrome de Down, cromossomopatia mais prevalente e seis vezes mais que a espinha bífida, a malformação mais comum.

*Joint Committee on Infant Hearing*<sup>2</sup> recomendou a Triagem Auditiva Neonatal Universal (TANU), ou seja, em todos os neonatos e não apenas naqueles com indicadores de risco para a deficiência auditiva (IRDA) e em 2000, recomendou a intervenção até o sexto mês de vida<sup>3</sup>.

No Brasil, o Comitê Brasileiro sobre Perdas Auditivas na Infância (CBPAI), em 1999, recomendou a TANU por meio das emissões otoacústicas evocadas (EOA), avaliação do comportamento auditivo e Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE)<sup>4</sup>. Posteriormente, o Comitê Multiprofissional em Saúde Auditiva (COMUSA) publicou um documento contendo recomendações de indicadores de

qualidade para a implantação e avaliação das ações para a atenção integral à saúde auditiva na infância<sup>5</sup>.

O COMUSA, em suas recomendações, menciona que a implantação de um programa de saúde auditiva neonatal deve contemplar todas as ações de prevenção, diagnóstico e reabilitação da perda auditiva, incluindo a prevenção de perdas auditivas por meio de medidas específicas, a serem aplicadas após estudos epidemiológicos de prevalência e determinantes de perdas auditivas em neonatos<sup>5</sup>.

No estado de Minas Gerais, a Lei Estadual 14312 de 2002 dispõe sobre a realização, nos hospitais da rede pública estadual, do exame de EOA e dá outras providências. No Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais (HC/UFMG) a triagem auditiva neonatal iniciou-se em 2002 voltada para recém-nascidos de risco, com foco no ensino. Em 2007, a maternidade do HC/UFMG foi credenciada como Serviço de Referência de Triagem Auditiva Neonatal (SRTAN).

A Triagem Auditiva Neonatal Universal (TANU) foi implantada no Brasil em 2010, através da lei federal 12.303, que torna obrigatória a realização gratuita do exame de EOA nos neonatos nascidos em todos os hospitais e maternidades. A eficácia da avaliação auditiva em neonatos poderá ser aumentada quando o aparelho auditivo, orelha externa, orelha média e orelha interna, forem bem estudados. Quando um estímulo sonoro é gerado, as ondas transitam primeiro pela orelha externa, atravessam a orelha média, onde são amplificadas e alcançam a orelha interna. Para a resposta deste estímulo ser captada na orelha externa, esta propagação percorreu o caminho reverso. As funções de transmissão sonora da orelha média e a transmissão reversa foram descritas por Puria et al<sup>6</sup>, Hudde e Engel<sup>7</sup>, Vosset et al<sup>8</sup> e por Puria e Rosowski<sup>9</sup>.

Ao se pesquisar as emissões otoacústicas transientes (EOAT) ou emissões otoacústicas por produto de distorção (EOAPD) avalia-se a função coclear. Entretanto, a presença de doença de orelha média pode impossibilitar a adequada captação dessas emissões, gerando resultados falsos positivos.

A timpanometria nos permite avaliar a mobilidade tímpano-ossicular e a impedância acústica incidente no tímpano que reflete e retorna ao conduto auditivo externo. Estes exames permitem avaliar a orelha média. A timpanometria usando altas

frequências, tipo 1.000Hz, é recomendada para o teste diagnóstico de crianças com idade inferior a 4 meses.

Nesta última década, a reflectância vem sendo estudada já que a orelha média é avaliada utilizando diferentes frequências, o que poderá vir a ser uma vantagem sobre a timpanometria.

Como as EOA são o teste inicial da triagem, um neonato ou lactente com doença de orelha média terá seu teste alterado, sugestivo de doença coclear, sendo um falso positivo, o que causará grande angústia para seus familiares, e muitas vezes depressão nas mães. Uma alteração coclear tem um tratamento mais invasivo e demorado que uma alteração condutiva. Com a associação na TAN de um exame adequado para afastar doença da orelha média os pacientes terão um diagnóstico mais apropriado do tipo de alteração auditiva, o que pode proporcionar maior tranquilidade para a família do neonato.

Esta pesquisa visa determinar a eficácia no diagnóstico de alterações de orelha média comparando os exames de reflectância de potência (RP) e a timpanometria.

Neste estudo pretendeu-se analisar se o exame de RP tem uma sensibilidade maior que a timpanometria na identificação de doença de orelha média, além de avaliar a concordância entre os testes EOAT, timpanometria e RP realizados em neonatos e lactentes.

# REVISÃO DA LITERATURA

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Dos sentidos percebemos claramente o papel preponderante da audição para facilitar a comunicação do ser humano na sociedade e no meio ambiente em que este está inserido. Receber e interpretar as informações sonoras do meio externo, permitindo o desenvolvimento da linguagem, o aprendizado e a transmissão de suas ideias por meio da comunicação oral e/ou escrita é realizada principalmente pela audição. Anomalias no processo de audição têm consequências nestes itens tão essenciais à vida do ser humano<sup>10</sup>.

Este estudo fez uma revisão direcionada dos métodos utilizados na avaliação auditiva de neonatos lactentes e se apresenta dividido nos seguintes itens: EOAT, timpanometria em 1.000Hz e RP.

### 2.1 Emissões otoacústicas evocadas transientes

O inglês David Kemp<sup>11</sup> foi pioneiro na observação das EOA, em 1978, o qual as definiu como uma liberação de energia sonora que tem origem na cóclea propagando-se pela orelha média (OM), até alcançar o conduto auditivo externo.

As EOA são respostas de energia de áudio frequência da cóclea com origem nas células ciliadas externas (CCEs) e que podem ser captadas por um pequeno microfone no conduto auditivo externo, espontaneamente ou em resposta aos estímulos em forma de *clicks* ou *bursts*. Esta energia liberada pela cóclea é transmitida reversamente pela cadeia ossicular e membrana timpânica ao conduto auditivo externo onde pode ser registrada.

São sons de amplitude extremamente pequena que têm que ser amplificados milhares de vezes, cerca de 10.000 vezes, para que possam ser medidos. Para que esses sons provenientes da orelha interna possam ser captados no conduto auditivo externo, é absolutamente necessário que o conjunto tímpano-ossicular esteja normal. A orelha média tem que estar absolutamente normal, pois qualquer alteração poderá ser suficiente para abolir ou diminuir a amplitude das EOA, prejudicando a transmissão e a captação desses sons de pequena amplitude.

Segundo Probst<sup>12</sup>, as EOA são registráveis em limiares normais ou em perda auditiva. O limiar de detectabilidade das EOA pode ser de até 10 dB nível de pressão sonora(NPS) mais baixo que o limiar auditivo. A possibilidade de estudar os aspectos da função coclear de forma não invasiva e objetiva é uma das importâncias das EOA e que independe do potencial de ação neural. Assim informações objetivas podem ser obtidas, clinicamente, sobre os elementos pré-neurais da cóclea.

Segundo Probst et al<sup>13</sup>, as emissões otoacústicas podem ser classificadas em 2 categorias: espontâneas e evocadas. As espontâneas são respostas emitidas pela cóclea que independem da estimulação acústica, sem utilização clínica, mas podem ter muitas implicações em pesquisas, já que está presente em 60% dos indivíduos com audição normal.

As EOA ocorrem em 100% das orelhas normais e são subdivididas em 3 tipos, de acordo com a natureza do estímulo utilizado: Transientes, Produto de distorção e Estímulo frequência.

As EOAT são sons de fraca intensidade produzidos pela cóclea, que são captadas através de uma sonda no conduto auditivo externo. Usa como estímulo sonoro o *click* ou *toneburst* e abrange a faixa de frequência de 500Hz a 4.000Hz.

As EOAPD são respostas da cóclea a um estímulo de dois tons puros intermodulados apresentados simultaneamente. Abrange maior faixa de frequência (até 8.000Hz).

As Emissões Otoacústicas Estímulo-frequência são respostas evocadas por sinais contínuos de fraca intensidade sendo pouco utilizadas na prática clínica pela dificuldade em separar o estímulo da resposta.

As EOAT e EOAPD são mais presentes na rotina clínica, por serem métodos objetivos, não invasivos e de fácil aplicabilidade<sup>14</sup>. Elas devem ser realizadas em ambiente silencioso. Neste estudo utilizaram-se as EOAT, pois elas são realizadas rotineiramente nas triagens auditivas do Hospital das Clínicas da UFMG.

## 2.2 Timpanometria

A timpanometria é um teste audiológico objetivo que fornece informações sobre as estruturas que participam do mecanismo de condução aérea do som até a orelha interna, e revela como o fluxo de energia atravessa a orelha média, enquanto uma pressão de ar é variada no conduto auditivo externo. As variações registradas do nível de pressão sonora indicam a mudança relativa de impedância do tímpano e da orelha média<sup>15</sup>, e são captadas e gravadas pelo analisador da orelha média, o qual gera um gráfico denominado timpanograma. No timpanograma, a pressão do ar é representada no eixo x, em decaPascal(daPa) e a admitância no eixo y, em mmH<sub>2</sub>O<sup>16,17,18</sup>.

A timpanometria é a variação da complacência da membrana timpânica (MT)<sup>19</sup>, ou seja, a facilidade que um sistema móvel oferece a passagem da onda sonora<sup>20</sup>. Esta complacência pode ser medida através da mudança relativa no nível de pressão sonora (NPS) no conduto auditivo externo, com o aumento e diminuição da pressão.

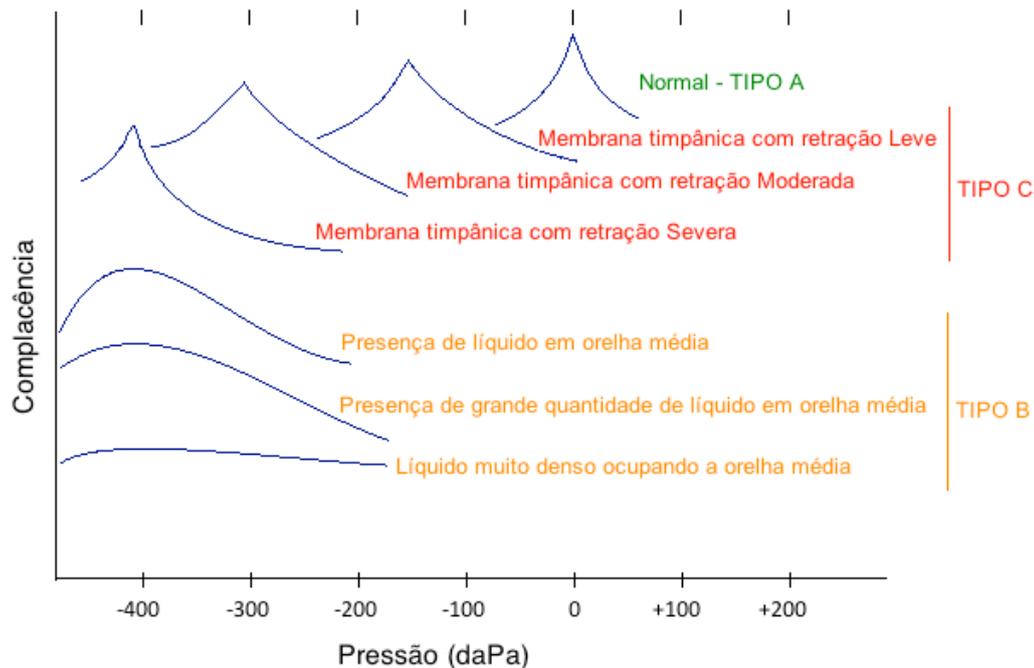
A membrana timpânica vibra quando uma determinada frequência a atinge. A frequência capaz de provocar maior intensidade de vibração é chamada frequência de ressonância. Em neonatos, crianças e adultos as frequências de ressonância são diferentes. O conjunto orelha externa e orelha média das crianças até os 4 meses de idade apresenta menor rigidez e maior massa, possui maior ressonância em baixas frequências<sup>21,22</sup>.

Com a sonda de 1.000Hz este conjunto não vai entrar em ressonância e a MT apresentará menor deslocamento, o que permite o registro de pequenas variações no NPS, e maior capacidade de detecção de alterações nas curvas timpanométricas.

A timpanometria usando altas frequências, tipo 1.000Hz é recomendada para o teste diagnóstico de crianças com idade inferior a 4 meses, segundo o *Joint Committee on Infant Hearing*<sup>1</sup>, porque é mais sensível para disfunções da orelha média que a timpanometria de 226 Hz<sup>23,24,25</sup>.

Segundo Jerger<sup>26</sup>, e posteriormente revisado por Margolis<sup>27</sup>, as curvas timpanométricas podem ser definidas como na Figura 1:

Figura 1 - Diagrama esquemático mostrando os tipos de curvas timpanométricas



Para um tom de 1.000Hz as curvas foram classificadas em tipos A, B (Plana), C, DP, Assimétrica (ASS) e Invertida. Foi considerada normal a curva tipo A e as outras alteradas<sup>27,28,29</sup>.

### 2.3 Reflectância

A Reflectância de Banda Larga (RBL) em orelha média é o modo mais usado para medir a impedância acústica da orelha média. Impedância acústica pode ser caracterizada como uma propagação de som de um meio, com determinadas características específicas, para outro meio com características diferentes.

Esta diferença estará diretamente relacionada na energia que será refletida na interface dos meios em questão. Existem grandes diferenças nos valores da impedância acústica da água e do ar, devido às diferenças nos valores de densidade e velocidade do som nestes dois meios. No caso da audição, a impedância acústica da cóclea é

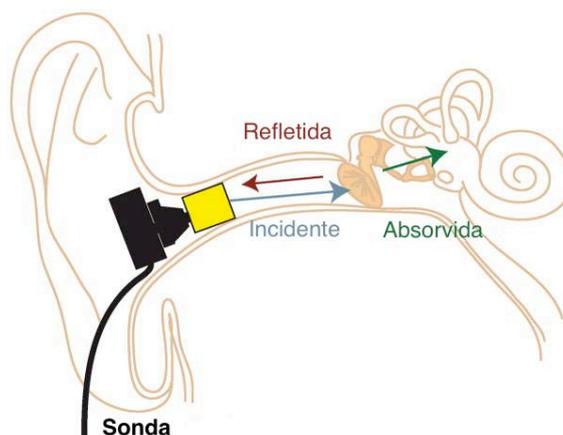
aproximadamente um décimo da impedância na água e maior que a do ar. A orelha média atua como um mecanismo envolvido na superação de impedâncias entre dois meios, regulando a pressão sonora e a velocidade das partículas.

A reflectância é definida como a razão entre a energia sonora incidente e a energia sonora absorvida, Keefe et al<sup>30</sup>. A RBL se expressa em frequências de 200Hz a 6.000Hz. A RBL foi medida pela primeira vez em humanos por Stinson et al<sup>31</sup>, o primeiro estudo clínico foi desenvolvido em animais por Allen<sup>32</sup> e adaptado para humanos por Keefe et al<sup>30</sup>. As primeiras pesquisas em humanos adultos foram publicadas por Keefe et al<sup>21</sup> e Voss e Allen<sup>33</sup> e em crianças por Keefe et al<sup>30</sup>.

A RBL refere-se a um conjunto de medidas que podem ser usadas para representar o comportamento acústico da orelha média, por exemplo: RP, impedância, admitância, transmitância e reflectância<sup>34,35</sup>.

Na figura 2 pode-se observar a ilustração da onda de pressão sonora incidente, a onda sonora refletida, e a onda sonora absorvida.

Figura 2 - Secção cruzada do ouvido ilustrando a sonda no conduto auditivo.



A sonda emite uma onda sonora pressurizada que incide na membrana timpânica. Algumas ondas sonoras pressurizadas refletem e são medidas pela sonda. O restante das ondas sonoras incidentes é absorvido pela MT e pelas estruturas atrás desta.

A RP é calculada através da raiz quadrada da reflectância. Keefe e Levi<sup>22</sup> propuseram medir a RP, pois ela é pouco afetada pela localização da sonda no conduto auditivo externo. A impedância e admitância são muito afetadas pela presença

de ondas estacionárias longitudinais na pressão sonora dentro do conduto auditivo externo. As principais premissas no cálculo da reflectância são de que o conduto auditivo externo é um tubo de área uniforme, com paredes rígidas, e que não há perda de potência acústica dentro da orelha externa. Se essas premissas são válidas, a RP medida em qualquer ponto no conduto auditivo é igual ao RP na membrana timpânica. A eficácia da medida da RP no diagnóstico de várias doenças da orelha média ainda está sendo estudada<sup>36,37,38,39</sup> e é o ponto de nosso interesse na reflectância.

A reflectância ( $R$ ) foi definida por Rabbit<sup>40</sup> como uma grandeza complexa que pode ser interpretada pela razão entre a onda de pressão sonora refletida e a onda de pressão sonora incidente dentro do meato auditivo. É calculada a partir da impedância ( $Z$ ) normalizada do conduto auditivo externo como segue:

$$R(f) = \frac{Z_{ear}^N(f) - 1}{Z_{ear}^N(f) + 1}$$

Onde  $f$  é a frequência e  $Z_{ear}^N(f)$  é a impedância normalizada tal que

$$Z_{ear}^N(f) = \frac{z_{ear}(f)}{\frac{d \mathbf{v}}{A}}$$

Onde  $d$  é a densidade do ar,  $\mathbf{v}$  é a velocidade do som no ar, e  $A$  é a área transversal do conduto auditivo externo no local da medida.  $R$  é a função de transferência entre as ondas de pressão refletida e incidente, enquanto  $Z$  é a função de transferência normalizada entre a pressão e a velocidade do volume<sup>33</sup>.

A partir da reflectância  $R(f)$  pode-se calcular a energia de potência,  $RP$ , onde:

$$RP(f) = |R(f)|^2$$

A  $RP$  é a razão entre a energia refletida e incidente apresentada no conduto auditivo externo por meio de uma sonda, que revela quanto de energia é refletida pela membrana timpânica e quanto é absorvida pela orelha média. A  $RP$  varia em função da frequência, sendo um número real na faixa entre 0 e 1.  $RP(f) = 0$  ocorre quando toda energia é absorvida pela orelha média, enquanto  $RP(f) = 1$  mostra toda energia refletida pela membrana timpânica que atingiu o conduto auditivo externo e foi captado pela sonda<sup>33,38,41,42</sup>.

O quadrado da R resulta na RP,  $|\mathbf{R}(f)|^2$ , que é geralmente expressa como percentual. Exemplo: Uma RP de 40% significa que 40% da energia incidente foi refletida pelas estruturas da orelha média. Em alguns trabalhos, a  $|\mathbf{R}(f)|^2$  é chamada de Reflectância de Energia, porém a nomenclatura RP é mais utilizada.

As alterações da orelha média podem ser mais prevalentes em neonatos e lactentes do que alterações cocleares ou neurossensoriais, portanto esse é um ponto importante a ser estudado<sup>43</sup>.

A RP se expressa em frequências de 200Hz a 6.000Hz, e isto é uma evolução sobre a timpanometria que mede uma ou poucas frequências<sup>22,37,38,44,45,46,47</sup>.

Uma das vantagens da RP é ser relativamente independente da posição da sonda no conduto auditivo externo<sup>31</sup>.

Em 1993, em estudo de Keefe et al<sup>21</sup>, a medida da reflectância em 2.000Hz e 4.000Hz mostrou ser uma ferramenta clínica útil na identificação de doenças da orelha média.

Por essas razões este estudo pretende avaliar o exame de reflectância como complementar à triagem auditivaneonatal, visto que permite detectar alterações da orelha média.

# OBJETIVOS

## **3 OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral deste estudo é avaliar o exame de reflectância de potência como um exame complementar à triagem auditiva neonatal.

### **3.2Objetivos Específicos**

- Correlacionar os exames de emissões otoacústicas transientes, timpanometria e reflectância de potência.
- Avaliar e correlacionara especificidade da timpanometria e da reflectância de potência.
- Determinar as frequências mais adequadas da reflectância de potência para a avaliação da orelha média.

# **MATERIAL E MÉTODOS**

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Amostra**

A amostra deste estudo foi constituída por 105 neonatos e lactentes com idade inferior a 40 dias, de ambos os gêneros, sendo 58 do sexo feminino e 47 do sexo masculino, participantes do programa de Triagem auditiva Neonatal realizada no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais, no período de julho a setembro de 2013.

Foram incluídos no estudo todos os neonatos e lactentes, a termo, encaminhados pelo Programa de Triagem Auditiva Neonatal para o primeiro teste e que não possuíam indicador de risco para perda auditiva, segundo o *Joint Committee on Infant Hearing*<sup>1</sup>. Os pais e responsáveis destes neonatos e lactentes consentiram na inclusão dos dados de seus exames no estudo e assinaram o termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice I).

Foram excluídos do estudo os recém-nascidos que o protocolo de anamnese e os resultados não contivessem todas as informações necessárias à realização da pesquisa.

O protocolo de atendimento seguiu as diretrizes do Programa Estadual de Triagem Auditiva Neonatal (PETAN) da Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais (SES-MG). Quando houve "falha" na triagem auditiva-teste, foi realizado o reteste, em, aproximadamente, 15 dias. Nos casos em que houve "falha" na triagem auditiva-reteste, a criança foi encaminhada para o Serviço de Atenção à Saúde Auditiva (SASA) do mesmo hospital, para avaliação diagnóstica.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG, parecer CAAE-0673.0.203.000-11 (Anexo I).

### **4.2 Métodos**

Este é um estudo transversal observacional em que foram avaliados os exames de EOAT, reflectância de potência e timpanometria.

A triagem auditiva, a primeira avaliação, foi realizada no setor de Audiologia do Hospital das Clínicas da UFMG e consistiu na anamnese, testes comportamentais e

EOAT (Anexo II). Os bebês estavam em sono natural durante os exames e aqueles que apresentavam ausência de indicador de perda auditiva segundo o *Joint Committee on Infant Hearing*<sup>1</sup>, eram encaminhadas para o setor de otorrinolaringologia. A avaliação dos neonatos e lactentes foi feita pela otorrinolaringologia até se atingir o número ideal de indivíduos calculado pelo tamanho amostral.

O cálculo amostral foi feito através da média populacional, que determina o tamanho mínimo de uma amostra para estimar um parâmetro estatístico<sup>48</sup>.

A fórmula para cálculo do tamanho da amostra para uma estimativa confiável da média populacional ( $m$ ) é dada por:

$$n = \left( \frac{Z_{\alpha/2} \cdot \sigma}{E} \right)^2$$

Onde:

$n$  = Número de indivíduos na amostra

$Z_{\alpha/2}$  = Valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado.

$\sigma$  = Desvio-padrão populacional da variável estudada.

$E$  = Margem de erro ou erro máximo de estimativa. Identifica a diferença máxima entre a média amostral ( $X$ ) e a verdadeira média populacional.

Utilizando-se os seguintes valores obteve-se  $n$  resultante de 100 crianças:

$Z = 1,96$  (95% da distribuição normal)

$E = 0,05$  (margem de erro)

Desvio padrão = 0,255 (desvio padrão de uma distribuição de Bernoulli com média 7%, que é a média esperada de exames alterados).

Todas as crianças encaminhadas e que preencheram os critérios de inclusão foram inseridas no presente estudo e os resultados são apresentados no Anexo III.

Os exames de RBL, seguido pela Timpanometria, foram realizados pela pesquisadora, em uma sala silenciosa e os neonatos e lactentes se encontravam em sono natural. A primeira orelha a ser avaliada foi escolhida dependendo da posição da criança no colo da mãe.

AS EOAT foram captadas nas frequências de 2000Hz, 3000Hz e 4000Hz utilizando o equipamento ILO292 USB Echoport, da marca Otodynamics®. O protocolo de registro das emissões adotado utilizou estímulos *clicks* não lineares a uma intensidade de 80 dBNPS e a janela de testagem foi de 12 milissegundos, com 512 estímulos. As EOAT foram consideradas presentes quando a reprodutibilidade foi maior ou igual a 70% e a relação S/R (sinal/ruído), maior ou igual a 6 dB. Para ter o resultado “passa” no teste é necessário ter passado nas três frequências pesquisadas.

A RBL foi realizada com o uso de um analisador de energia acústica da orelha média (AcousticsMiddleEar Power Analyzer – MEPA, versão 3.3 da Mimosa Acoustics®), através de um hardware no equipamento de DPOAE Measurement System da marca Starkey® nas frequências 1.000Hz, 2.000Hz, 3.000Hz e 4.000Hz, com estímulo *chirp* e sonda tipo *rubber* (borracha), gentilmente emprestado para a realização deste estudo pela empresa Starkey. A pesquisadora informa que não há conflito de interesse na realização deste estudo.

O Sistema MimosaAcoustics HearID<sup>49</sup> compreende: audioprocessador de base USB, uma sonda ER-10C, um calibrador e pontas de espuma e de borracha (Figura 3).

Figura 3 - Sistema MimosaAcousticsHearID, IL, USA

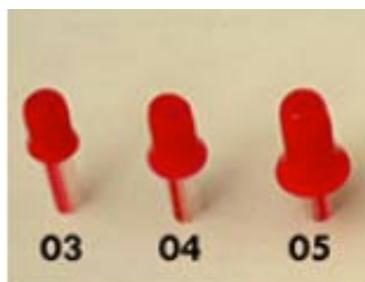


Nesta pesquisa utilizou-se o estudo Mimosas, esta norma é baseada em medidas obtidas de 40 adultos com orelhas saudáveis. Cada orelha foi medida por três diferentes testes e então feita a média. Nesta versão do *HearID+MEPA3*, a norma estudo Mimosas pode ser apenas relacionada com a RP, Absorção e Transmitância. O resultado é a mediana de 2 desvios padrões.

O estímulo *chirp* é o melhor estímulo para a maioria dos pacientes, pois tem uma melhor resolução da frequência, é mais rápido e funciona melhor em ambiente silencioso. O nível de pressão do estímulo é de 0 a 80 dB NPS e o tempo de medida foi de 10 segundos.

O cálculo da RP depende da área do conduto auditivo externo. Huang et al<sup>50</sup> mostrou que medidas RBL exigem que os equivalentes Thévenin do sistema de medida acústica sejam determinados com cargas que tenham entre 10% a 15% do diâmetro real do conduto auditivo externo. O Sistema de Acústica MimosasHearID, usado neste estudo e também por Shahnaz<sup>46</sup> e Hunter et al<sup>34</sup> calcula a área do conduto auditivo externo baseado no diâmetro da ponta da sonda e utiliza o parâmetro de calibração Thévenin. Com este sistema, a área do conduto auditivo externo foi estimada em 4.5 mm (cavidade da ponta de borracha) ou 7.5 mm (cavidade da ponta de espuma). A medida do diâmetro do conduto auditivo externo de recém-nascidos foi de 4.4 mm<sup>21,51</sup>, então neste estudo foi utilizada a ponta de borracha apropriada aos neonatos e lactentes (Figura 4).

Figura 4 - Os três tipos de pontas de borracha utilizadas.



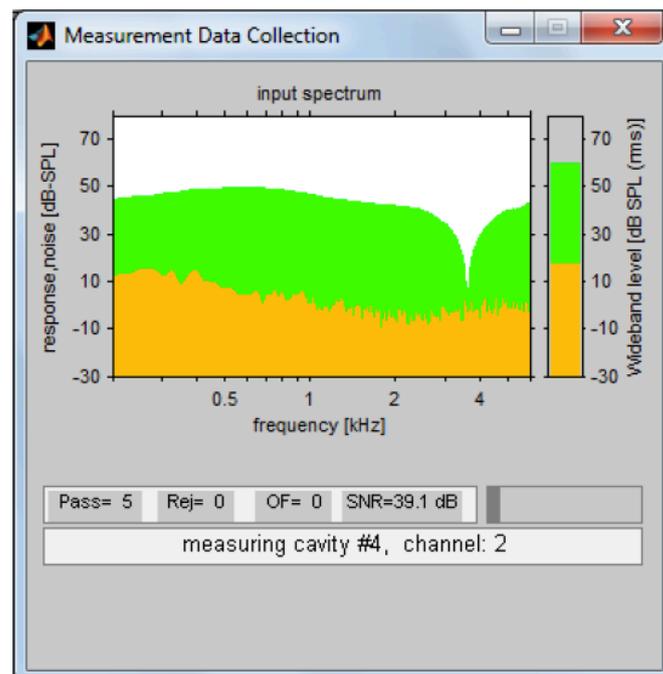
Foi feita a calibração Thévenin<sup>49</sup> e os parâmetros estão descritos abaixo:

- Parâmetros Thévenin: Cada fonte acústica pode ser representada por uma sucessão de combinações de uma fonte complexa de pressão  $P_S(\omega)$  e uma fonte de resistência  $Z_S(j\omega)$ , chamada Parâmetros Thévenin<sup>52</sup>.

Para se realizar uma medição RBL, é inserida no conduto auditivo externo uma sonda contendo dois repetidores de som (fontes de som) e um microfone. Cada repetidor gera um teste sonoro enquanto o microfone mede a pressão no conduto auditivo externo. No sistema da sonda são obtidas respostas medidas nas quatro cavidades rígidas de diferentes diâmetros. Estas cinco pressões complexas (pressão do conduto auditivo externo e as 4 pressões da cavidade) são então processadas para produzir uma estimativa do coeficiente de pressão refletida, ou RP ou nível de transmissão do conduto auditivo externo.

O método das quatro cavidades, implementado no HearID+MEPA3, foi desenvolvido para o uso clínico e tem se mostrado preciso de 200Hz a 6.000Hz, como foi determinado pelas medidas das cavidades rígidas padrão com resistência conhecida e o par de resistores acústicos de resistência conhecida<sup>33</sup>. Na Figura 5 observa-se a calibração sendo feita.

Figura 5 -Janela de medição durante uma calibração da sonda.

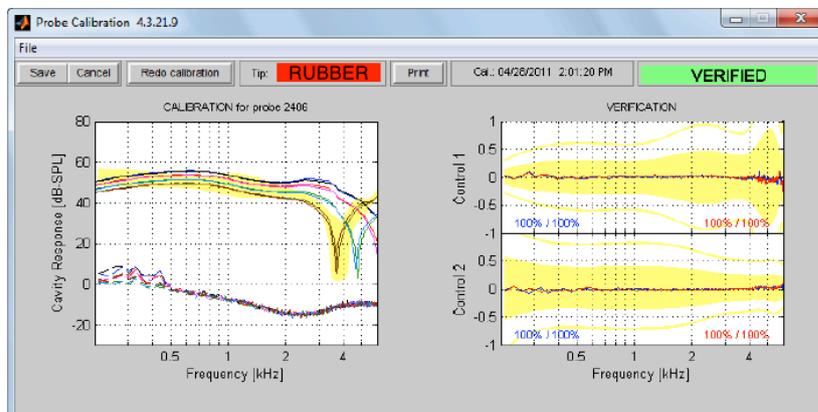


Maiores informações sobre o procedimento de calibração relativo à medição MEPA podem ser encontradas em artigos de pesquisa como Allen<sup>32</sup>, Voss e Allen<sup>33</sup>, Allen et al<sup>38</sup>, Keefe, Ling e Bulen<sup>30</sup> e Keefe et al<sup>21</sup>.

Com uma sonda calibrada com parâmetros Thévenin, os testes de reflectância, impedância e outras medidas acústicas do ouvido podem ser calculadas com base na

resposta da frequência de pressão complexa do ouvido testado. Na Figura 6 verifica-se que a calibração foi realizada com sucesso.

Figura 6 - Tela de calibração após os parâmetros Thévenin<sup>49</sup> serem utilizados



Foram utilizados os padrões abaixo para determinar as orelhas que passaram no teste de RP, visualizados na Figura 7:

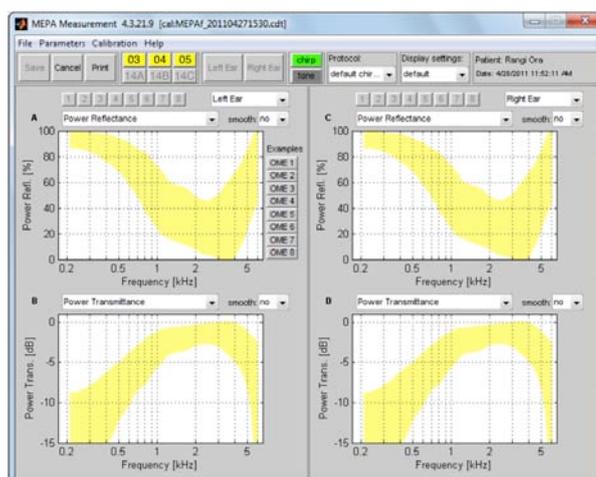
Na frequência de 1000Hz: 0.2 a 0.75 ou 20% a 75%

Na frequência de 2000Hz: 0.1 a 0.50 ou 10% a 50%

Na frequência de 3000Hz: 0 a 0.50 ou 0 a 50%

Na frequência de 4000Hz: 0 a 0.70 ou 0 a 70%

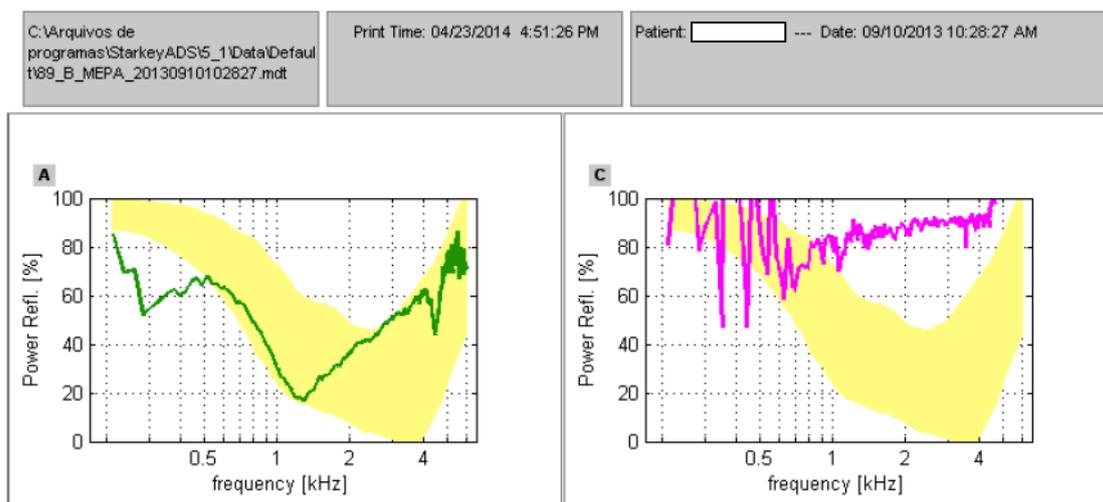
Figura 7 - Janela de medição inicial, antes de fazer uma medição da RP



Como cada frequência apresenta uma faixa de valores, resultados diferentes dos

descritos para cada faixa de frequência foram considerados como falha. Nota-se essa avaliação na Figura 8.

Figura 8 - RP de paciente realizado no dia 10/09/2013, em que A representa a orelha esquerda com RP dentro da normalidade e C representa a orelha direita com RP acima dos valores padrões.



A timpanometria na frequência de 1000 Hz foi obtida com o uso do Impedance Audiometre AT 235 da marca Interacoustics®, no protocolo de registro da pressão permitiu-se uma variação de +300 da PA a -300 da PA e adotou-se como normal o padrão do tipo A e alteradas as curvas C, B e PD<sup>26,27</sup>.

Tipo A indica a mobilidade normal do sistema tímpano-ossicular, a curva deve ter os pontos de complacência entre -100 mm H<sub>2</sub>O e 300 mm H<sub>2</sub>O.

Tipo B indica a ausência de mobilidade do sistema tímpano-ossicular, não há ponto de complacência e não há simetria ao se testar as pressões negativas. É observada em pacientes com o sistema muito rígido, como a presença de líquido atrás da MT.

Tipo C indica a pressão de ar da orelha média desviada para pressão negativa. O pico de complacência se dá em pressões negativas menores que -100 mm H<sub>2</sub>O, demonstrando a existência de pressões negativas na orelha média. É sugestiva de disfunção tubária.

Tipo PD Essa curva apresenta dois tipos de admitância e é caracterizada por duas pontas de picos distintos.

### 4.3 Tratamento estatístico

O banco de dados, com as informações dos pacientes incluídos no projeto, foi confeccionado no programa Excel. Ele é composto por informações de 105 pacientes avaliados em ambas orelhas. Destaca-se que as EOAT foram avaliadas em três frequências: 2.000 Hz, 3.000 Hz e 4.000 Hz. Considerou-se o resultado “passa” (P) no teste quando apresentou otoemissões em todas as frequências avaliadas. A RP foi avaliada nas frequências de 1.000Hz, 2.000Hz, 3.000Hz e 4.000Hz e o resultado de cada frequência foi analisado separadamente.

As variáveis em estudo são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1-Descrição qualitativa dos resultados dos exames realizados

<b>Exame</b>	<b>Forma</b>	<b>Descritor de resultado</b>
EOAT	Qualitativa	P, “passa”; F, se falhou
Timpanometria	Qualitativa	A, se normal; B, C e PD, se alterada
RP	Qualitativa	P, se passou; F, se falhou

Fonte: autora da pesquisa

As análises foram realizadas nos *softwares* R versão 2.7.1 e Epi Info versão 6.04, ambos de domínio público. Foi considerado nível de significância de 5%.

#### 4.3.1 Análise descritiva

Todas as características avaliadas foram descritas. Os resultados foram obtidos utilizando frequências e porcentagens para as características categóricas.

Nas tabelas, n corresponderá ao número de observações, n\* corresponderá aos casos sem informação.

#### 4.3.2 Comparações entre os exames

Como neste estudo serão avaliados mais de dois testes, será necessário utilizar o coeficiente Kappa Múltiplo, para avaliar o grau da concordância entre eles<sup>53</sup>. Este coeficiente pode ser interpretado como sendo um valor médio dos coeficientes de

concordância entre os exames dois-a-dois. A partir dos valores amostrais, será estimado o Kappa Múltiplo assim como seu respectivo intervalo de 95% de confiança e o valor-p.

As classificações dos coeficientes<sup>54</sup> calculados correspondem às apresentadas na Tabela 2:

Tabela 2 - Avaliação do coeficiente Kappa

<b>Kappa</b>	<b>Avaliação</b>
< 0,20	Baixa
0,21 a 0,40	Razoável
0,41 a 0,60	Moderada
0,61 a 0,80	Boa
0,81 a 1,00	Muito boa

#### **4.3.3Especificidade**

Para os exames Timpanometria e RP foi calculada a especificidade, considerando como padrão-ouro o teste EOAT. Considera-se a especificidade como sendo a porcentagem de pessoas que passaram no teste de interesse e que passaram no EOAT.

# Resultados

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Análise descritiva

A Tabela 3 apresenta a descrição do teste EOAT para os lados direito e esquerdo das 105 crianças avaliadas. Na avaliação geral, ou seja, aqueles que passaram nas três frequências avaliadas, tem-se que, à direita, 97 (92,4%) passaram no teste e 8 (7,6%) falharam e à esquerda 96 (91,4%) passaram no teste e 9 (8,6%) não passaram.

Tabela 3 - Descrição do teste EOAT nos 105 neonatos e lactentes avaliados.

EOAT	Resultado			
	Passou no teste		Falhou no teste	
	n	%	n	%
<b>Lado direito</b>				
2.000 Hz	97	92,4	8	7,6
3.000 Hz	99	94,3	6	5,7
4.000 Hz	99	94,3	6	5,7
Avaliação geral	97	92,4	8	7,6
<b>Lado esquerdo</b>				
2.000 Hz	96	91,4	9	8,6
3.000 HZ	97	92,4	8	7,6
4.000 Hz	98	93,3	7	6,7
Avaliação geral	96	91,4	9	8,6

A Tabela 4 apresenta a descrição da timpanometria. Observa-se que para o lado direito, 86 (85,1%) crianças apresentaram a curva normal, 15 (14,9%) apresentaram a curva alterada e não há informação para quatro crianças. Verifica-se que para o lado esquerdo, 81 (79,4%) crianças apresentaram a curva normal, 21 (20,6%) apresentaram a curva alterada e não há informação para três crianças. Os casos sem informação foram aqueles em que não houve formação de curva ou não houve vedação bilateral.

Tabela 4 - Descrição da timpanometria nos 105 neonatos e lactentes avaliados.

Timpanometria	Frequência	
	N	%
<b>Lado direito</b>		
Normal (curva A)	86	85,1
Alterada (curva B, C e PD)	15	14,9
Sem informação	4	-
<b>Lado esquerdo</b>		
Normal (curva A)	81	79,4
Alterada (curva B, C e PD)	21	20,6
Sem informação	3	-

A Tabela 5 apresenta a descrição do teste RP para o lado direito e esquerdo das 105 crianças avaliadas.

Tabela 5 Descrição do teste Reflectância de Potência (RP) nos 105 neonatos e lactentes avaliados.

RP	Resultado			
	Passou no teste		Falhou no teste	
	N	%	n	%
<b>Lado direito</b>				
1.000 Hz	91	86,7	14	13,3
2.000 Hz	77	73,3	28	26,7
3.000 Hz	89	84,8	16	15,2
4.000 Hz	95	90,5	10	8,5
<b>Lado esquerdo</b>				
1.000 Hz	78	74,3	27	25,7
2.000 Hz	74	70,5	31	29,5
3.000 HZ	91	86,7	14	13,3
4.000 Hz	99	94,3	6	5,7

## 5.2 Concordeância entre os exames

A Tabela 6 apresenta os coeficientes de Kappa e os respectivos intervalos de confiança entre os três exames avaliados conjuntamente. São apresentados os lados, os resultados considerando as diferentes frequências do RP, o número de casos com resultados nos três exames, o coeficiente kappa, o intervalo com 95% de confiança para o coeficiente, a classificação da concordância (caso exista) e o valor-p (avaliado a 5%). Vale ressaltar que só participaram da análise os casos com resultados nos três exames.

Observa-se baixa concordância (valor-p  $\leq 0,05$ ) entre os resultados dos testes timpanometria, EOAT e o RP na frequência 2.000 Hz do lado direito.

Em relação ao lado esquerdo, observa-se que existe concordância razoável (valor-p  $\leq 0,05$ ) entre os resultados dos testes timpanometria, EOAT e RP (nas frequências 2.000 e 3.000 Hz).

Tabela 6 - Coeficiente de Kappa para a concordância entre os exames EOAT, timpanometria e RP nos 105 neonatos e lactentes avaliados.

Lado/Frequência RP	n	Kappa	IC 95%	Classificação	Valor-p
Lado direito					
1.000 Hz	98	0,18	0,00 a 0,40	-	0,251
2.000 Hz	98	0,20	0,01 a 0,44	baixa	<b>0,047</b>
3.000 Hz	98	0,17	0,00 a 0,45	-	0,126
4.000 Hz	98	0,13	0,00 a 0,45	-	0,201
Lado esquerdo					
1.000 Hz	100	0,12	0,00 a 0,34	-	0,144
2.000 Hz	100	0,31	0,10 a 0,52	Razoável	<b>0,002</b>
3.000 Hz	100	0,35	0,09 a 0,62	Razoável	<b>0,005</b>
4.000 Hz	100	0,23	0,00 a 0,54	-	0,059

n: casos com informação nos quatro exames; IC<sub>95%</sub>: Intervalo de confiança com 95%, -: Concordância sem significância estatística.

A Tabela 7 mostra o cruzamento entre o teste timpanometria e o RP nas frequências avaliadas nos 105 neonatos e lactentes.

Tabela 7 - Cruzamento entre o teste RP e a timpanometria

Lado	Frequência			Timpanometria		Total	
				Alterada	Normal		
Direito	1.000 Hz	RP	Falhou	3	9	12	
			Passou	23	77	89	
	2.000 Hz	RP	Falhou	9	18	27	
			Passou	6	68	74	
	3.000 Hz	RP	Falhou	5	10	15	
			Passou	10	76	86	
	4.000 Hz	RP	Falhou	3	6	9	
			Passou	12	80	92	
	Esquerdo	1.000 Hz	RP	Falhou	6	20	26
				Passou	15	61	76
2.000 Hz		RP	Falhou	12	17	29	
			Passou	9	64	73	
3.000 Hz		RP	Falhou	8	5	13	
			Passou	13	76	89	
4.000 Hz		RP	Falhou	3	2	5	
			Passou	17	80	97	

A Tabela 8 apresenta o coeficiente kappa e o intervalo de confiança entre os resultados dos exames, tomados dois a dois, da timpanometria e RP.

Tabela 8 - Concordância entre os exames timpanometria e RP nos 105 neonatos e lactentes avaliados.

Testes	RP	RP	RP	RP
	(1.000 Hz)	(2.000 Hz)	(3.000 Hz)	(4.000 Hz)
Lado direito				
Timpanometria	0,01 (0 a 0,15)	<b>0,29</b> <b>(0,12 a 0,47)</b>	<b>0,22</b> <b>(0,02 a 0,42)</b>	0,16 (0 a 0,36)
Lado esquerdo				
Timpanometria	0,04 (0 a 0,20)	<b>0,32</b> <b>(0,15 a 0,49)</b>	<b>0,37</b> <b>(0,18 a 0,56)</b>	0,17 (0 a 0,35)

( ): Intervalo de confiança com 95%; **em negrito: com significância estatística**

Para ambos os lados, observa-se concordância razoável entre a timpanometria e o RP nas frequências de 2.000Hz e 3.000Hz.

### 5.3 Especificidade da timpanometria e da reflectância de potência

#### 5.3.1 Timpanometria

A Tabela 9 apresenta o cruzamento entre o teste da timpanometria e EOAT (padrão-ouro). Interpretando o cruzamento do lado direito, tem-se que, 82 crianças apresentaram a curva normal e passaram no teste EOAT, 3 crianças apresentaram curva alterada e falharam no teste EOAT, 4 crianças apresentaram a curva normal e falharam no teste EOAT e 12 crianças apresentaram curva alterada e passaram no teste EOAT.

Interpretando o cruzamento do lado esquerdo, tem-se que, 78 crianças apresentaram a curva normal e passaram no teste EOAT, 5 crianças apresentaram curva alterada e falharam no teste EOAT, 3 crianças apresentaram a curva normal e falharam no teste EOAT e 16 crianças apresentaram curva alterada e passaram no teste EOAT.

Tabela 9 - Cruzamento entre a timpanometria e EOAT nos 105 neonatos lactentes avaliados.

Lado	EOAT		Total		
	Falha	Passa			
Direito	Curva	Alterada	3	12	15
		Normal	4	82	86
Esquerdo	Curva	Alterada	5	16	21
		Normal	3	78	81

A Tabela 10 apresenta as medidas de especificidade, para a timpanometria. Interpretando o exame da curva para o lado direito, tem-se especificidade de 87,2% (78,4 a 92,9). Isto indica 87,2% dos pacientes que passaram no EOAT, tiveram resultado normal na curva. Interpretando o exame da curva para o lado esquerdo, tem-se especificidade de 83% (73,5 a 89,7). Isto indica que 83% dos pacientes que passaram no EOAT, tiveram resultado normal na curva.

Tabela 10 - Especificidade da timpanometria nas 193 orelhas com resultado "passa" nas EOAT.

Lado	Especificidade
Direito	87,2% (78,4% a 92,9%)
Esquerdo	83,0% (73,5% a 89,7%)

### 5.3.2 Especificidade da Reflectância de Potência

A Tabela 11 apresenta o cruzamento do teste RP e as EOAT (padrão-ouro).

Tabela 11 - Cruzamento entre o teste RP e EOAT nos 105 neonatos lactentes avaliados.

Lado	Frequência			EOAT		Total
				Falha	Passa	
Direito	1.000 Hz	RP	Falhou	1	13	14
			Passou	7	84	91
	2.000 Hz	RP	Falhou	4	24	28
			Passou	4	73	77
	3.000 Hz	RP	Falhou	2	14	16
			Passou	4	85	89
	4.000 Hz	RP	Falhou	1	9	10
			Passou	5	90	95
Esquerdo	1.000 Hz	RP	Falhou	4	23	27
			Passou	4	74	78
	2.000 Hz	RP	Falhou	8	23	31
			Passou	1	73	74
	3.000 Hz	RP	Falhou	5	9	14
			Passou	3	88	91
	4.000 Hz	RP	Falhou	2	4	6
			Passou	5	94	99

A Tabela 12 apresenta as medidas de especificidade para o exame RP nas frequências avaliadas.

Tabela 12 - Especificidade do teste RP nas frequências avaliadas nas 193 orelhas com resultado "passa" nas EOAT.

<b>Lado</b>	<b>Frequência</b>	<b>Especificidade</b>
Direito	1.000 Hz	86,6% (77,8 a 92,4)
	2.000 Hz	75,3% (65,3 a 83,2)
	3.000 Hz	85,9% (77,1 a 91,8)
	4.000 Hz	90,9% (83,0 a 95,5)
Esquerdo	1.000 Hz	76,3% (66,4 a 84,1)
	2.000 Hz	76,0% (66,0 a 83,9)
	3.000 Hz	90,7% (82,7 a 95,4)
	4.000 Hz	95,9% (89,3 a 98,7)

#### 5.4 Avaliação entre RP e curva entre aqueles que falharam no EOAT

A Tabela 13 apresenta a descrição do teste da curva para os 10 pacientes (17 orelhas) que falharam no teste EOAT. Verifica-se que para os 8 que falharam no EOAT do lado direito, 4 (50%) pacientes apresentaram curva normal, 3 (37,5%) pacientes apresentaram curva alterada e não há informação para 1 paciente. Observa-se que para os 9 pacientes que falharam no EOAT do lado esquerdo, 3 (33,3%) pacientes apresentaram a curva normal, 5 (55,5%) apresentaram curva alterada e não há informação para 1 paciente.

Tabela 13 - Descrição da timpanometria (para os 10 pacientes – 17 orelhas - que falharam no teste EOAT)

Timpanometria	Frequência	
	N	%
<b>Lado direito</b>		
Normal (curva A)	4	50,0
Alterada (curva B, C e PD)	3	37,5
Sem informação	1	-
<b>Lado esquerdo</b>		
Normal (curva A)	3	33,3
Alterada (curva B, C e PD)	5	55,5
Sem informação	1	-

A Tabela 14 apresenta a RP para os pacientes que falharam no teste EOAT.

Tabela 14 - Descrição do teste RP (para os 10 pacientes – 17 orelhas - que falharam no teste EOAT)

RP	Resultado			
	Passou no teste		Falhou no teste	
	n	%	n	%
<b>Lado direito</b>				
1.000 Hz	7	87,5	1	12,5
2.000 Hz	4	50,0	4	50,0
3.000 Hz	6	75,0	2	25,0
4.000 Hz	7	87,5	1	12,5
<b>Lado esquerdo</b>				
1.000 Hz	5	55,6	4	44,4
2.000 Hz	1	11,1	8	88,9
3.000 Hz	4	44,4	5	55,6
4.000 Hz	7	77,8	2	22,2

A Tabela 15 mostra os resultados da RP e timpanometria dos pacientes que não passaram nas EOAT.

Tabela 15 -RP e timpanometria dos neonatos e lactentes que falharam no teste de triagem

	TESTE DE TRIAGEM											
NEONATOS E LACTENTES	EAOT		Timpano- metria		Reflectância de Potência							
	OD	OE	OD	OE	OD				OE			
					1000	2000	3000	4000	1000	2000	3000	4000
7	<b>F</b>	<b>F</b>	A	A	P	P	P	P	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>
8	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	P	<b>F</b>						
20	<b>F</b>	<b>F</b>	A	A	P	P	P	P	P	<b>F</b>	<b>F</b>	P
26	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	P	<b>F</b>	<b>F</b>	P	<b>F</b>	<b>F</b>	P	P
30	<b>F</b>	<b>F</b>	A	A	P	P	P	P	<b>F</b>	<b>F</b>	P	P
51	<b>F</b>	P	A	A	P	<b>F</b>	P	P	P	P	P	P
79	<b>F</b>	<b>F</b>	-	-	P	P	P	P	P	P	P	P
83	P	<b>F</b>	A	<b>B</b>	P	P	P	P	P	<b>F</b>	<b>F</b>	P
91	P	<b>F</b>	<b>C</b>	<b>B</b>	P	P	P	P	P	<b>F</b>	<b>F</b>	P
95	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	P	P	P	<b>F</b>	P	P

A Tabela 16 mostra o resultado dos retestes da RP, timpanometria e EOAT dos pacientes que não passaram inicialmente nas EOAT.

Tabela 16 - Resultados dos retestes

RETESTE														
Neo- natos e lacten- tes	EAOT		Timpano- metria		Reflectância de Potência								Resultado	
	OD	OE	OD	OE	OD				OE					
					1000	2000	3000	4000	1000	2000	3000	4000		
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Sem reteste
8	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	P	<b>F</b>	<b>F</b>	P	P	P	P	P	P	Condutiva
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Sem reteste
26	P	P	<b>B</b>	<b>B</b>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	Passou EOA, Curva B
30	<b>F</b>	<b>F</b>	A	A	P	P	P	P	<b>F</b>	<b>F</b>	P	P	P	PEATE
51	P	P	A	A	<b>F</b>	<b>F</b>	P	P	P	P	P	P	P	Alta
79	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	P	<b>F</b>	<b>F</b>	P	P	P	P	P	P	PEATE
83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Sem reteste
91	P	P	A	A	-	-	-	-	<b>F</b>	P	P	P	P	Alta
95	P	P	A	A	<b>F</b>	P	P	P	P	<b>F</b>	P	P	P	Alta

Pode-se observar que, de acordo com as Tabelas 15 e 16, o lactente 7 falhou na triagem em ambas as orelhas, apresentou timpanometria normal bilateral e RP presente em todas as frequências da orelha direita e RP ausente em todas as frequências da orelha esquerda, este neonato não compareceu ao reteste e não foi possível contactar sua família.

O lactente 8 falhou na triagem em ambas as orelhas, apresentou timpanometria alterada bilateral (Tipo B) e RP presente em apenas 1.000Hz na orelha direita e RP ausente em todas as frequências da orelha esquerda. No reteste, o lactente 8 apresentou falha nas EOAT, permaneceu com a timpanometria alterada (Tipo B), RP presente na frequência de 1.000Hz e 4.000Hz na orelha direita e RP presente em todas as frequências da orelha esquerda. Tendo como diagnóstico uma alteração auditiva condutiva.

O lactente 20 falhou na triagem em ambas as orelhas, apresentou timpanometria normal bilateral e RP presente em todas as frequências da orelha direita e RP ausente em 1.000Hz e 4.000Hz da orelha esquerda, este lactente não compareceu ao reteste e não foi possível contactar sua família.

O lactente 26 falhou na triagem em ambas as orelhas, apresentou timpanometria alterada bilateral (Tipo B) e RP presente em 1.000Hz e 4.000Hz na orelha direita e RP ausente em 1.000Hz e 2.000Hz da orelha esquerda. No reteste, o lactente 26 passou nas EOAT, permaneceu com a timpanometria alterada (Tipo B), RP presente em todas as frequências em ambas as orelhas. O lactente passou nas EOAT, mas continuará sendo acompanhado por ter apresentado curva tipo B.

O lactente 30 falhou na triagem em ambas as orelhas, apresentou timpanometria normal bilateral e RP presente em todas as frequências da orelha direita e RP ausente em 1.000Hz e 2.000Hz da orelha esquerda. No reteste, o lactente 30 apresentou falha nas EOAT, permaneceu com a timpanometria normal, RP presente em todas as frequências da orelha direita e RP ausente em 1.000Hz e 2.000Hz da orelha esquerda. Este lactente foi encaminhado para a realização do PEATE, cujo resultado foi perda neurossensorial de 65dB NA em orelha direita e ausência de ondas em orelha esquerda.

O lactente 51 falhou na triagem na orelha direita, apresentou timpanometria normal bilateral e RP ausente em 2.000Hz na orelha direita e RP presente em todas as frequências na orelha esquerda. No reteste, o lactente 51 passou nas EOAT, permaneceu com a timpanometria normal, RP ausente em 1.000Hz e 2.000Hz na orelha direita e RP presente em todas as frequências da orelha esquerda. Este lactente teve alta.

O lactente 79 falhou na triagem em ambas as orelhas, não foi possível realizar a timpanometria e RP presente em todas as frequências em ambas as orelhas. No reteste,

o lactente 79 falhou nas EOAT, apresentou timpanometria alterada (Tipo C), RPausente em 2.000Hz e 3.000Hz na orelha direita e presente em todas as frequências da orelha esquerda. Este lactente foi encaminhado para a realização do PEATE. Atualmente está com 9 meses de idade e não realizou o exame.

O neonato 83falhou na triagem na orelha esquerda, apresentou timpanometria normal em orelha direita e alterada (Tipo B) em orelha esquerda, apresentou RP presente em todas as frequências da orelha direita e RP ausente em 2.000Hz e 3.000 Hz na orelha esquerda. Este neonato não compareceu ao reteste e não foi possível contactar sua família.

O lactente 91falhou na triagem na orelha esquerda, apresentou timpanometria alterada Tipo C na orelha direita e Tipo B na orelha esquerda, apresentou RP presente em todas as frequências da orelha direita e RP ausente em 2.000Hz e 3.000 Hz na orelha esquerda. No reteste, o lactente 91 passou nas EOAT, apresentou timpanometria normal bilateral, RPnão realizada na orelha direita e RP ausente em apenas 1.000Hz na orelha esquerda.Este lactente teve alta.

O lactente 95 falhou na triagem em ambas as orelhas, apresentou timpanometria alterada bilateralmente (Tipo B), apresentou RP ausente em 1.000Hz e 2.000 Hz na orelha direita e RP ausente em apenas 2.000Hz na orelha esquerda. No reteste, o lactente 95 passou nas EOAT, apresentou timpanometria normal bilateral, RPausente em apenas 1.000Hz na orelha direita e RP ausente em apenas 2.000Hz na orelha esquerda.Este lactente teve alta.

# Discussão

## 6 DISCUSSÃO

A importância do Programa de Triagem Auditiva Neonatal é inquestionável e mostra que para 1000 crianças examinadas, 2 a 3 (0,2 a 0,3%) apresentarão doença da orelha interna *Joint Committee on Infant Hearing*<sup>1</sup> e segundo Yang et al<sup>55</sup> 100 crianças (10%) apresentarão alteração condutiva por disfunção da orelha média.

O estudo da orelha média associado à Triagem Auditiva Neonatal utilizando a timpanometria e/ou a RP foi recomendado por Keefe et al<sup>43</sup> e Keefe et al<sup>56</sup>, pois assim a interpretação da Triagem Auditiva seria mais adequada.

### 6.1 Análise descritiva dos resultados das EOAT, RP e timpanometria

Nas 105 crianças (210 orelhas), na avaliação geral das EOAT 92,4% passaram na orelha direita e 91,4% na orelha esquerda, resultados semelhantes aos descritos por Thompson et al<sup>57</sup>.

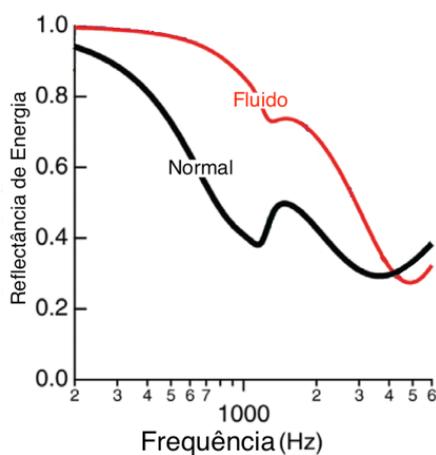
A timpanometria nos revela a condição da orelha média e é o principal teste para esta avaliação. Nas perdas condutivas observa-se uma timpanometria alterada. Neste estudo obteve-se alteração nos exames de timpanometria no lado direito em 14,9% dos neonatos e lactentes em 20,6% no lado esquerdo, percentuais mais elevados quando comparados aos publicados por Yang<sup>55</sup>. Tais achados poderiam ser justificados por ter se analisado, neste estudo, apenas a frequência 1.000Hz que, segundo o *Joint Committee on Infant Hearing*<sup>1</sup> e o Programa de Triagem Auditiva Neonatal do Reino Unido<sup>58</sup>, é o tom recomendado para lactentes abaixo de seis meses de idade. Já no estudo de Hunter foram analisadas as frequências de 226 Hz e 1.000Hz. Entretanto, já foi observado que timpanometrias obtidas com tom teste de baixa frequência (226Hz) podem ser considerados como normais mesmo na presença de alterações na orelha média<sup>59,60</sup>.

A RP mede a energia transferida de forma passiva para a orelha média e revela o estado do conduto auditivo externo e da MT. O resultado obtido nas frequências avaliadas mostrou que em 1.000Hz do lado direito 13,3% dos neonatos e lactentes falharam e do lado esquerdo 25,7%. Em 2.000Hz, no lado direito 26,7% falharam e no lado esquerdo 29,5%. Na frequência de 3.000Hz, falharam 15,2% no lado direito e 13,3% no lado esquerdo e na frequência de 4.000Hz falharam 8,5% no lado direito e 5,7% lado esquerdo. Tais resultados mostram que as frequências de 2.000Hz e 3.000Hz

foram mais adequadas para a determinação de doença da orelha média, concordando com os achados de Roswskiet al<sup>61</sup>, que reportou que quando o valor da RP é próximo de 1, nas frequências de 2.000 Hz e 3.000Hz, quase toda energia incidente nessas frequências é refletida pela MT com pouca absorção de energia pelas orelhas média e interna. O máximo de energia transmitida para as estruturas atrás da MT ocorre quando a RP tem seus valores entre 0.3 e 0.4 nas frequências de 1.000Hz e 4.000Hz, concordando com os resultados deste estudo.

Tal fato pode ser observado na Figura 9, publicado por Vosset al<sup>62</sup>.

Figura 9 - Resultados da RP em orelhas normais comparados com orelhas médias com líquido.



Keefe et al<sup>56</sup> analisaram a medida da RP de 125Hz a 10.700Hz em adultos e neonatos e lactentes a termo, na idade de 1 a 24 meses, e formularam a hipótese de que as frequências de 2.000Hz a 4.000Hz podem ser úteis em testes clínicos, na avaliação da orelha média, porque essas frequências absorvem melhor a energia sonora que retorna ao conduto auditivo. Esse resultado também foi relatado por Piskorskiet al<sup>63</sup> ao afirmarem que essas frequências podem prever a presença de perda condutiva em crianças de 2 a 11 anos.

## 6.2 Comparação dos testes avaliados

A concordância entre os testes timpanometria, EOAT e RP mostrou-se baixa em 2.000Hz na orelha direita e razoável em 2.000Hz e 3.000Hz na orelha esquerda. Vale ressaltar que a timpanometria e a RP visam avaliar a condição da orelha média e as EOA são decorrentes de resposta coclear, mas podem apresentar-se ausentes nas disfunções da orelha média. Portanto, mesmo que esperado uma boa concordância entre

a timpanometria e a RP, as EOA podem apresentar resultado discordante e piorar o nível de concordância. Os autores McKinley, Grosen e Roush<sup>64</sup> compararam o uso da timpanometria nas frequências de 226 Hz, 678 Hz e 1.000Hz em neonatos e salientaram que não existe associação clara entre os padrões de timpanometria e os resultados das EOA.

Na avaliação de concordância entre a timpanometria (1000 HZ) e RP, observou-se concordância razoável em 2.000 Hz e 3.000 Hz em ambos os lados. Estes resultados são comparados às pesquisas de Hunter et al<sup>39</sup> que mostraram uma importante correlação entre a timpanometria de 1.000 Hz e a RP em 2.000 Hz, além de evidenciarem uma maior eficácia da frequência de 2.000Hz em detectar alterações da orelha média.

### **6.3 Especificidades da timpanometria e RP**

Utilizando-se os resultados dos neonatos e lactentes que passaram nas EOAT como padrão ouro na avaliação auditiva pode-se calcular a especificidade da timpanometria e da RP. A especificidade da RP em todas as frequências pesquisadas variou de 75,3% a 95,9%. Isto mostra que 5 a 25% dos neonatos e lactentes apresentam alterações detectadas pela RP, que não são percebidas pelas EOAT. A especificidade da timpanometria mostra que 13 a 17% dos neonatos e lactentes apresentaram alteração com EOAT presentes.

Estes valores encontrados são próximos com a prevalência de alteração condutiva em 10% dos neonatos descrita por Yang et al<sup>55</sup>. Poder-se-ia questionar se a RP e a timpanometria seriam capazes de detectar alterações subclínicas na orelha média que não interferem na captação das EOAT.

Observou-se nessa pesquisa que valores de RP acima dos padrões pré-determinados pelo equipamento, no estudo do tipo Mimos study<sup>49</sup>, sugerem presença de líquido em orelha média.

Os resultados dessa pesquisa são concordantes com o estudo de Roswskiet al<sup>61</sup>, segundo ele quando o valor da RP é próximo de 1 nas frequências de 2.000 Hz e 3.000Hz quase toda energia incidente nessas frequências é refletida pela MT com pouca absorção de energia pelas orelhas média e interna. Ressalta-se como frequências mais

adequadas para determinação de doença de orelha média as frequências de 2.000 Hz e 3.000Hz por apresentarem razoável concordância com a Timpanometria de 1.000Hz, exame mais utilizado para detecção de doença de orelha média e por apresentarem o maior número de orelhas que falharam na RP. Feeney e Sanford<sup>65</sup> e outros pesquisadores em estudos semelhantes a esse obtiveram o valor mais alterado de RP em 2.000Hz.

O máximo de energia transmitida para as estruturas atrás da MT ocorre quando a RP tem seus valores entre 0.3 e 0.4 nas frequências de 1.000Hz e 4.000Hz, segundo Roswskiet al<sup>61</sup>, frequências essa pesquisa também mostrou os mesmos resultados, pois essas frequências apresentaram baixa concordância com a timpanometria.

Observou-se que valores de RP acima dos padrões sugerem presença de líquido em orelha média, portanto uma alteração condutiva.

A reflectância no range de alta frequência (1.000 a 4.000 Hz) pode ser um indicador útil da perda de audição motivada pela presença de fluído em crianças<sup>66</sup>. Entretanto, necessita de mais estudos para ser recomendada como um exame complementar à triagem auditiva neonatal.

#### **6.4 Avaliação dos neonatos e lactentes que falharam na triagem no reteste**

Evidências de disfunções da orelha média como a causa principal de orelhas que falharam no teste de EOAPD são atribuídas à transferência de energia passiva que ocorre na orelha média, medida pela RBL, e que quando está alterada está relacionada à doença de orelha média e não relacionada à função coclear.

Além disso, em crianças testadas novamente, dias depois, na medida em que a RBL melhorou, as taxas de sucesso, (crianças que passaram no teste), também melhoraram, demonstrando um forte relacionamento entre as mudanças de resultado na EOAPD e na RBL. Não existe trabalho científico com EOA e RBL ou RP como valor preditivo, porém como EOADP e EOA são ambos aceitos como testes de Triagem, estes resultados foram comparados aos resultados do presente estudo e verificou-se resultados semelhantes.

Como a amostra dos neonatos e lactentes que falharam na triagem foi pequena optou-se por descrevê-los individualmente.

# Conclusões

## 7 CONCLUSÕES

- O resultado do exame de reflectância de potência em 2000Hz e 3000Hz apresentou correlação com os resultados de emissões otoacústicas transientes e com o resultado da timpanometria.
- A especificidade da timpanometria e da reflectância de potência apresentou valores semelhantes.
- No exame de reflectância de potência ressalta-se como frequências mais adequadas para a determinação de doença de orelha média as frequências de 2000Hz e 3000Hz.

# **REFERÊNCIAS**

# **BIBLIOGRÁFICAS**

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Academy of Pediatrics, Joint Committee on Infant Hearing. Year 2007 position statement: Principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Pediatrics*. 2007;120(4):898-921.
2. Joint Committee on Infant Hearing - 1994 Position Statement. American Academy of Pediatrics Joint Committee on Infant Hearing. *Pediatrics*. 1995;95(1): 152-6.
3. Joint Committee on Infant Hearing. Year 2000 position statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Audiology Today*, Special Issue, Reston, VA.: American Academy of Audiology, August 2000.
4. Comitê Brasileiro sobre Perdas Auditivas na Infância (CBPAI). Recomendação 01/99 do Comitê Brasileiro Sobre Perdas Auditivas Na Infância. *Jornal do Conselho Federal de Fonoaudiologia*. 2000;5(2): 3-7.
5. Lewis DR Marone SAM, Mendes BCA, Cruz OLM, Nóbrega M. Comitê multiprofissional em saúde auditiva: COMUSA. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2010;76(1): 121-8.
6. Puria S, Peake WT, Rosowski JJ. Sound- pressure measurements in the cochlear vestibule of human-cadaver ears. *J AcoustSocAm* 1997; 101: 2754-2770.
7. Hudde H, Engel A. Measuring and modeling basic properties of the human middle ear and ear canal. III.Eardrum impedances, transfer functions, and model calculations. *ActaAcust (Beijing)* 1998; 73: 242-247.
8. Voss SE, Rosowski JJ, Merchant SM, Peake WT. Acoustic responses of the human middle ear. *Hear Res* 2000; 150:43-69.
9. Puria S, Rosowski JJ. Measurement of reverse transmission in the human middle ear: Preliminary results, in *Diversity in Auditory Mechanics*, edited by Lewis E, Long G, Lyon R, Narins P, Steele C (World Scientific, Singapore).1996.
10. Northern JL, DownsMP. *Audição em crianças*. 3 ed. São Paulo:Manole;1989.
11. Kemp DT: Stimulated acoustic emissions from within the human auditory system. *J Acoustical Soc Am*.1978;64:1386-1391.
12. Probst R. Otoacoustic Emissions: An Overview. *Adv. Otorhinolgyngol*, Basel, Karger. 1990; 44: 1-91.
13. Probst R, Lonsbury-Martin BL, Martin GK. A review of Otoacoustic Emissions. *J. Acoust. Soc. Am*.1991; 89(5): 2027-2062.

14. Sousa LCA et al. Eletrofisiologia da Audição e Emissões Otoacústicas: princípios e aplicações clínica. São Paulo: Novo Conceito Saúde, 2008.
15. Liden G, Harford E, Hallen O. Automatic Tympanometry in Clinical Practice. *Audiology*. 1974;13(2):126-139.
16. Liden G, Bjorkman G, Nyman H, Kunov H. Tympanometry and Acoustic Impedance. *Acta Oto-Laringologica*. 1977;83(1):140-145.
17. Carvalho RMM. Imitância Acústica. *Fonoaudiologia Informação para Formação*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2003:1-22.
18. Northern JL, Downs MP. Audição na infância, 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2005
19. Russo ICP. A prática da audiologia clínica. 2 ed. São Paulo: Cortez; 1988.
20. Russo ICP. Orientação a pais de crianças deficientes auditivas. In: Sih T, Caldas M. *Otologia e Audiologia em pediatria*. Rio de Janeiro: Revinter. 1999.
21. Keefe DH et al. Ear-Canal Impedance and Reflection Coefficient in Human Infants and Adults. *Journal of the Acoustical Society of America*. 1993;94(5):2617-2638.
22. Keefe DH, Levi E. Maturation of the middle and external ears: acoustic power-based responses and reflectance tympanometry. *Ear and Hearing*. 1996;17(5):361-73
23. Margolis RH, Bass-Ringdahl S, Hanks WD, Holte L, Zapala DA. Tympanometry in newborn infants- 1kHz norms. *J Am Acad Audiol*. 2003;14(7):383-92.
24. Baldwin M. Choice of probe tone and classification of trace patterns in tympanometry undertaken in early infancy. *Int J Audiol*. 2006;45(7):417-27
25. Calandruccio L, Fitzgerald TS, Prieve BA. Normative multifrequency tympanometry in infants and toddlers. *J Am Acad Audiol*. 2006; 17(7): 470-480.
26. Jerger J. Diagnostic use of impedance measures. In J. Jerger (Ed.), *Clin Impedance Audiometry*. New York: American Electromedics Corporation. 1975. 156p.
27. Margolis RH, Smith P. Tympanometry in infants: state of art. In: Harford E, Klein J, editors. *Impedance screening of middle ear disease in children*. New York: Grune and Stratton; 1978.
28. Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol*. 1970;92(4):311-24.
29. Lidén G. The scope and application of current audiometric tests. *J Laryngol Otol*. 1969;83(6):507-20.

30. Keefe DH, Ling R, Bulen JC. Method to measure acoustic-impedance and reflection coefficient. *J Acoustical Soc Am.* 1992; 91(1): 470-485.
31. Stinson MR, Shaw EAG, Lawton BW. Estimation of acoustic energy reflectance at the eardrum from measurements of pressure distribution in the ear canal. *J Acoustical Soc Am.* 1992;72: 766-773.
32. Allen JB. Measurement of eardrum acoustic impedance. *Peripheral Auditory Mechanisms.* New York: Springer-Verlag. 1986.
33. Voss SE, & Allen JB. Measurement of acoustic impedance and reflectance in the human ear canal. *J Acoustical Soc Am.* 1994;95:372-384.
34. Hunter LL et al. Wideband middle ear power measurement in infants and children. *J Am Acad Audiol.* 2008; 19(4): 309-324.
35. Merchant GR, Horton NJ, Voss SE. Normative reflectance and transmittance measurements on healthy newborn and 1-month-old infants. *Ear and Hearing.* 2010; 31(6): 746-754.
36. Shahnaz N, Polka L. Distinguishing healthy from otosclerotic ear: Effect of probe-tone frequency on static immittance. *J Am Acad Audiol.* 2002;13(7):345-355.
37. Feeney MP, Grant IL, Marryot LP. Wideband energy reflectance measurements in adults with middle-ear disorders. *Journal of Speech Language and Hearing Research.* 2003;46:901-911.
38. Allen JB, Jeng PS, Levitt H. Evaluation of human middle ear function via an acoustic power assessment. *Journal of Rehabilitation Research and Development.* 2005;42(4):63-77.
39. Hunter LL et al. Wideband reflectance in newborns: Normative regions and relationship to hearing-screening results. *Ear and Hearing* 2010;31(5): 599-610.
40. Rabbitt RD. A hierarchy of examples illustrating the acoustic coupling of the eardrum. *J Acoustical Soc Am.* 1990;87(6):2566-2582.
41. Stinson MR. Revision of estimates of acoustic energy reflectance at the human eardrum. *J Acoustical Soc Am.* 1990;88(4):1773-1778.
42. Voss SE et al. Sources of variability in reflectance measurements on normal cadaver ears. *Ear and Hearing.* 2008;29(4):651-665.
43. Keefe DH et al. Identification of neonatal hearing impairment: Ear-canal measurements of acoustic admittance and reflectance in neonates. *Ear and Hearing.* 2000;21(5):443-461.
44. Margolis RH, Saly GL, Keefe DH. Wideband reflectance tympanometry in normal adults. *J Acoustical Soc Am.* 1999;106:265-280.

45. Van Der Werff KR, Prieve BA, Georgantas LM. Test-retest reliability of wideband reflectance measures in infants under screening and diagnostic test conditions. *Ear and Hearing*. 2007;28(5):669-681.
46. Shahnaz N, Miranda T, Polka L. Multifrequency tympanometry in neonatal intensive care unit and well babies. *J Am Acad Audiol*. 2008;19(5):392-418.
47. Shahnaz N, Longrige N, Bell D. Wideband energy reflectance patterns in preoperative and post-operative otosclerotic ears. *International Journal of Audiology*. 2009;48(5):240-247.
48. Triola MF. *Introdução à Estatística*. 7ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.
49. HearID 5.1 + MEPA3 Module User's Manual. Stimulus Selection. 2012.
50. Huang LH et al. Comparison of sensitivity of audiological tests to identify otitis media with effusion in newborn infants. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Tou Jing b Ke Za Zhi*. 2008; 43(12): 886-890.
51. Qi L et al. A nonlinear finite-element model of the newborn ear canal. *Journal of the Acoustical Society of America*. 2006;120: 3789-3798.
52. Van Valkenburg M. *Network analysis second edition*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall. 1964.
53. Siegel S, Castellan NJ. *Nonparametric Statistics for Behaviour Science*. McGraw Hill, 1988.
54. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977; 33:159-174.
55. Yang EY, Stuart A, Mencher GT et al. Auditory brain stem responses to air- and bone conducted clicks in the audiological assessment of at-risk infants. *Ear and Hearing*. 1993;14:175-182.
56. Keefe DH et al. Ear-meato acoustic admittance and reflectance effects in human neonates. I. Predictions of otoacoustic emission and auditory brainstem responses. *Journal of the Acoustical Society of America*. 2003;113(1):389-406.
57. Thompson DC, McPhillips H, Davis RL, et al. Universal newborn hearing screening: Summary of evidence. *JAMA*. 2001;286:2000-2010.
58. Baldwin M, editor. *Neonatal Hearing Screening and Assessment. Tympanometry in babies under 6 months. A Recommended Test Protocol*. 2008.
59. Paradise JL, Smith CG, Bluestone CD. Tympanometric detection of middle ear effusion in infants and young children. *Pediatrics*. 1976;58(2):198-210.
60. Hunter LL, Margolis RH. Multifrequency tympanometry: current clinical application. *Am J Audiol*. 1992;1(3):33-43.

61. Rosowski et al. An overview of wideband immittance measurements techniques and terminology: you say absorbance, I say reflectance. *Ear and Hearing*. 2013;34(1):9-16
62. Voss SE, Merchant GR, Horton NJ. Effects of middle-ear disorders on power reflectance measured in cadaveric ear canals. *Ear and Hearing* . 2012; 33: 195–208.
63. Piskorski P, Keefe DH, Simmons JL et al. Prediction of conductive hearing loss based on acoustic ear-canal response using a multivariate clinical decision theory. *Journal of the Acoustical Society of America*. 1999;105: 1749-1764.
64. McKinley AM, Grose JH, Roush J. Multifrequency tympanometry and evoked otoacoustic emissions in neonates during the first 24 hours of life. *J Am Acad Audiol*. 1997;8(3):218-23.
65. Feeney MP, Keefe DH, Sanford CA. Wideband reflectance measures of the ipsilateral acoustic stapedius reflex threshold. *Ear and Hearing*. 2004;25: 421-430.
66. Prieve BA et al. Identification of conductive hearing loss in young infants using tympanometry and wideband reflectance. *Ear and Hearing*. 2013;34:168-178.

# **APÊNDICE E ANEXOS**

## APÊNDICE 1

### Termo de consentimento livre e esclarecido.

#### CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

##### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**Título da Pesquisa: Avaliação auditiva neonatal utilizando emissões otoacústicas por produto de distorção, reflectância e impedânciometria.**

Caros pais e ou responsáveis,

A identificação precoce das alterações auditivas possibilita a intervenção e tratamento ainda no "período crítico" e ideal de estimulação da linguagem e da audição da criança. A maturação do sistema auditivo central ocorre durante os primeiros anos de vida. O desenvolvimento da linguagem e da audição ocorre neste período, e estabelecer logo, a experiência auditiva nesta época é imprescindível.

A perda auditiva é a perda congênita mais freqüente, sendo mais prevalente do que outras doenças que rotineiramente fazem parte da triagem neonatal obrigatória.

O exame de emissões otoacústicas por produto de distorção (Teste da orelhinha) tem como objetivo identificar e intervir precocemente nas crianças com perda auditiva, a fim de propiciar o desenvolvimento global próximo da criança sem perda auditiva. Outros exames ajudam no diagnóstico da deficiência auditiva. E esses exames são a otooscopia, que é a observação do conduto auditivo externo e da membrana timpânica. A impedânciometria que avalia a membrana timpânica, e a reflectância que avalia a orelha média.

Essa pesquisa não possui riscos para seu filho (a), pois todos esses exames são indolores, não invasivos e de fácil realização.

Para realização dessa pesquisa, precisamos de sua autorização para realizarmos os seguintes exames no seu filho(a): teste de emissões otoacústicas por produto de distorção, otoscopia, impedânciometria e reflectância.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação.

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço dos pesquisadores, podendo tirar suas dúvidas sobre o Projeto de Pesquisa de sua participação, agora ou a qualquer momento.

Sua participação poderá ser retirada em qualquer momento do estudo. Quaisquer dúvidas sobre a ética do estudo poderão ser esclarecidas junto ao COEP/ UFMG – Tel: 3409-4592

Caso concorde com a inclusão do seu filho (a) em nossa pesquisa, pedimos que assine este termo de consentimento.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa, concordo em participar e autorizo o uso dos dados arquivados no prontuário de meu/minha filho (a).

Assinatura \_\_\_\_\_

Belo Horizonte, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Pesquisadores responsáveis:

Roberto Eustáquio Santos Guimarães – Tel: (31) 9972-48-54

Celso Gonçalves Becker – Tel: (31) 84915651

Ticianna Garambone de Cerqueira Lima Monteiro – Tel: (31) 9811-97-90

COEP: Av. Presidente Antônio Carlos 6.627 – Unidade Administrativa II – 2º andar, sala 2005. CEP: 31270-901 Belo Horizonte MG – email: coep@prpq.ufmg.br  
 Telefone: (31) 3409-4592

## ANEXO 1

**Cópia da aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa da  
Universidade Federal de Minas Gerais.**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP

Projeto: CAAE – 0673.0.203.000-11

Interessado(a): Prof. Roberto Eustáquio Santos Guimarães  
Departamento de Oftalmologia e  
Otorrinolaringologia  
Faculdade de Medicina - UFMG

**DECISÃO**

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 07 de março de 2012, o projeto de pesquisa intitulado "**Avaliação auditiva neonatal utilizando emissões otoacústicas por produto de distorção, reflectância e impedanciometria**" bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

  
Prof. Maria Teresa Marques Amaral  
Coordenadora do COEP-UFMG

## ANEXO 2

## Folha de anamnese realizada pela fonoaudióloga.

Universidade Federal de Minas Gerais - TRIAGEM AUDITIVA NEONATAL - Fonoaudiologia

Data Exame: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Data Nascimento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Hospital: \_\_\_\_\_

( ) Alojamento Conjunto ( ) Unidade Neonatal \_\_\_ dias DNV \_\_\_\_\_ Nº \_\_\_\_\_

Nome da Mãe: \_\_\_\_\_ SAME: \_\_\_\_\_

Nome do RN: \_\_\_\_\_

Sexo: ( ) Masc. ( ) Fem. CMC: \_\_\_\_\_ Centro de Saúde: \_\_\_\_\_

Cidade: \_\_\_\_\_ Tel.: \_\_\_\_\_

Pré-Natal: ( ) Sim ( ) Não Parto: ( ) Normal ( ) Cesareana IGE: \_\_\_\_\_ s \_\_\_\_\_ di Apgar: 1' \_\_\_\_\_ 5' \_\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_ g ( ) AIG ( ) PIG ( ) GIG TORCHS: ( ) Sim ( ) Não Qual? \_\_\_\_\_ Mãe: HIV ( ) Sim ( ) Não

Antecedentes Familiares de D.A.: ( ) Sim ( ) Não Exsanguineotransusão: ( ) Sim ( ) Não

Meningite: ( ) Sim ( ) Não Incubadora por mais de 7 dias: ( ) Sim ( ) Não

Hemorragia Intracraniana: ( ) GI ( ) GII ( ) GIII ( ) Leucomalácia ( ) Não Fez ( ) Direita ( ) Esquerda ( ) Bilateral

Malformações de cabeça e pescoço: ( ) Sim ( ) Não Especificar: \_\_\_\_\_

Medicação Ototóxica: ( ) Aminoglicosídeos ( ) Vancomicina ( ) Furosemida ( ) Não qual: \_\_\_\_\_

Ventilação Mecânica: ( ) Sim ( ) Não Dias: \_\_\_\_\_

Suspeita de Síndrome: ( ) Sim ( ) Não Especificar: \_\_\_\_\_

Drogas/ Alcoolismo Materno: ( ) Sim ( ) Não Consanguinidade: ( ) Sim ( ) Não

Quimioterapia - Radioterapia: ( ) Sim ( ) Não Traumatismo Craniano: ( ) Sim ( ) Não

Convulsões Neonatais: ( ) Sim ( ) Não Suspeita dos pais de atraso audição, fala e lgg ( ) Sim ( ) Não

Observação do comportamento Auditivo:

Instrumento	DN NPS	HZ	Atenção	LL	LB	LC	RCP	STARLE	Habituação
Guizo II	74	2600							
Agogô	100	5000							
Prato	96	2500							

Observações: \_\_\_\_\_

Emissões Otoacústicas Evocadas por Estímulo Transiente

	Orelha Direita			Orelha Esquerda		
	1.5/2.0 KHz	3.0 KHz	4.0 KHz	1.5/2.0 KHz	3.0 KHz	4.0 KHz
S - R						
Repro						
Resultado:	( ) Ausentes ( ) Presentes			( ) Ausentes ( ) Presentes		

EOAPD:	Orelha Direita			Orelha Esquerda				
	Frequência	DP	DP-NF	Resultado	Frequência	DP	DP-NF	Resultado
8000Hz					8000Hz			
6000Hz					6000Hz			
4000Hz					4000Hz			
3000Hz					3000Hz			
2000Hz					2000Hz			

( ) Orientação / Alta ( ) Reteste \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ ( ) Acompanhamento \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ ( ) PEATE/ Imitância

Fonoaudiólogo Responsável: \_\_\_\_\_ Estagiário: \_\_\_\_\_

**Anexo III****Banco de Dados dos 105 neonatos e lactentes**









**Anexo IV**

**Comprovante de submissão do artigo em Revista Científica**



Ilmo(a) Sr.(a)  
Prof(a), Dr(a) Ticianna Garambone de Cerqueira Lima

Referente ao código de fluxo: 11453  
Classificação: Artigo Original

Informamos que recebemos o manuscrito "O ESTUDO DA REFLECTÂNCIA DE POTÊNCIA EM NEONATOS", que será enviado para apreciação dos Revisores para possível publicação/participação na(o) Brazilian Journal of Otorhinolaryngology. Por favor, para qualquer comunicação futura sobre o referido manuscrito cite o número do código de fluxo apresentado acima.

O(s) autor(es) declara(m) que o presente trabalho é original, sendo que o seu conteúdo não foi nem está sendo considerado para publicação em outro periódico, brasileiro ou do Exterior, seja no formato impresso ou eletrônico.

Obrigado por submeter seu trabalho a(o) Brazilian Journal of Otorhinolaryngology

Atenciosamente,

Profa. Dra. Wilma Anselmo-Lima  
Editora

Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico Facial

Avenida Indianópolis, 1287 - Planalto Paulista

CEP 04063-002 - São Paulo/SP - Brasil

Tel.: [+55 \(11\) 5053-7500](tel:+551150537500) - Email: [revista@aborlccf.org.br](mailto:revista@aborlccf.org.br)

**Anexo V**

**Artigo Científico submetido**

Esta é um versão gerada unicamente para visualização dentro do SGP.  
A versão a ser impressa utilizará outros padrões de formatação.  
This is a version generated only for visualization inside of SGP.  
The version to be printed will use other formatting patterns.

## Artigo Original

**Código de Fluxo (Flux Code): 11453**

# O ESTUDO DA REFLECTÂNCIA DE POTÊNCIA EM NEONATOS

## THE STUDY OF THE POWER REFLECTANCE IN NEWBORNS

### Autores (Authors)

**Ticianna Garambone de Cerqueira Lima:** Mestranda - Médica Otorrinolaringologista

**Helena Maria Gonçalves Becker:** Doutorado - Professor Associado da Otorrinolaringologia da Faculdade de Medicina da UFMG

**Celso Gonçalves Becker:** Doutorado - Professor Associado da Otorrinolaringologia da Faculdade de Medicina da UFMG.

**Daniele Barreto da Cunha Ferreira:** Graduação em Fonoaudiologia - Fonoaudióloga da equipe de triagem auditiva neonatal do Hospital das Clínicas/UFMG.

**Camilo Brandão de Resende:** Mestrado em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Aeronáutica e Mecânica do Instituto Tecnológico de Aeronáutica. - Engenheiro Mecânico Aeronáutico Aluno do sétimo período da Faculdade de Medicina da UFMG

**Roberto Eustáquio Santos Guimarães:** Pós-Doutorado - Professor Associado da Otorrinolaringologia da Faculdade de Medicina da UFMG. Livre Docente pela USP Ribeirão Preto.

### Descritores em Português (Keywords in Portuguese)

Orelha Média; Testes Auditivos; Triagem Neonatal

### Descritores em Inglês (Keywords in English)

Hearing Tests; Ear, Middle; Neonatal Screening

### Resumo em Português (Abstract in Portuguese)

Introdução: A triagem auditiva neonatal nos permite identificar alterações auditivas precocemente. Entretanto, doenças da orelha média podem dificultar o diagnóstico. Objetivo: avaliar o exame de reflectância de potência como um indicador de doença de orelha média e compará-lo com a timpanometria. Material e Método: estudo de casos em que foram avaliados 105 neonatos que fizeram parte da triagem auditiva do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais em 2013. Foram realizados os seguintes exames: Emissões otoacústicas transientes, reflectância de potência e timpanometria. Resultados: Na avaliação das emissões otoacústicas cerca de 95% passaram. A especificidade da reflectância de potência em todas as frequências pesquisadas variou de 75,3% a 95,9% e da Timpanometria em 1.000 Hz variou de 83% a 87,2% e houve concordância entre esses exames. Conclusão: O resultado do exame de reflectância, nas frequências de 2.000 Hz e 3.000Hz, apresentou correlação com os da timpanometria e com as emissões otoacústicas, e foram estas as frequências mais adequadas para a determinação de doença de orelha média pela reflectância de potência. Observou-se que valores da reflectância de potência acima dos padrões sugerem presença de líquido em orelha média, portanto uma alteração condutiva.

### Resumo em Inglês (Abstract in English)

Introduction: The audio trial in newborns allows us to detect hearing problems early in life. However, middle ear diseases can make the diagnosis more difficult. Aim: To evaluate the power reflectance measurement based on the wide band reflectance as an indicator of the middle ear disease and to compare it to the tympanometry. Method: Case study, this study evaluated 105 newborns who participated in the audio trial at the Clinics Hospital from the Federal University of Minas Gerais in 2013. The following exams were performed: transient otoacoustic emissions, power reflectance and tympanometry. Results: about 95% past the otoacoustic emissions evaluation; the specificity of power reflectance in all frequencies researched ranged from 75.3% to 95.9%, and the specificity of tympanometry in 1.000 Hz ranged from 83% to 87.2%, and there was a concordance amongst the exams. Conclusion: The outcome of the power reflectance exam in 2.000Hz and 3.000Hz showed a correlation with the results of tympanometry and otoacoustic emissions, and those were the most adequate frequencies to determine the middle ear disease through power reflectance measurement. It was also observed that the values of power reflectance above standards suggested the presence of liquid in the middle ear, thus changing the procedures.

Instituição (Affiliation): Faculdade de Medicina da UFMG

Correspondência (Correspondence):

Submetido para (Submitted for): Brazilian Journal of Otorhinolaryngology

Artigo numerado no SGP sob código de fluxo (The Article was numbered in SGP for the flux code): 11453

## Conteúdo(Content)

### 1 INTRODUÇÃO

2 A surdez afeta uma a três crianças em cada mil crianças ao nascimento segundo o Joint Committee on Infant Hearing<sup>1</sup>. Dentre todas as doenças congênitas ela é a mais comum. O diagnóstico precoce da deficiência auditiva e do seu tipo permite que as crianças portadoras de deficiência sejam adequadamente tratadas. As Emissões otoacústicas transientes (EOAT) buscam esse diagnóstico. Ao realizar as Emissões otoacústicas avaliamos a função coclear<sup>2</sup>. Para que as emissões cheguem à cóclea elas precisam passar pela orelha externa e orelha média. Caso haja alguma doença neste trajeto as emissões não apresentarão resposta, e a cóclea não será avaliada adequadamente<sup>3</sup>. Portanto, utilizamos outros exames para auxiliar a origem da alteração auditiva; a timpanometria é o padrão ouro para avaliação da orelha média, ela nos revela a mobilidade tímpano ossicular<sup>4</sup>. A Timpanometria usando altas frequências, 1000Hz, é recomendada para o teste diagnóstico de crianças com idade inferior a 4 meses, segundo Joint Committee on Infant Hearing<sup>1</sup>, porque é mais sensível para disfunções da orelha média que a timpanometria de 226 Hz<sup>5,6,7</sup>.

3 A reflectância de banda larga é uma nova técnica de avaliação da orelha média que vem sendo estudada na última década.

4 A reflectância de banda larga (RBL) é a energia acústica incidente no tímpano que reflete e retorna ao conduto auditivo externo e permite avaliar a orelha média como um todo<sup>8</sup>. A RBL é um conjunto de medidas que podem ser usadas para representar o comportamento acústico da orelha dentre elas; reflectância de potência (RP), absorção, impedância, transmitância, admitância, nível de pressão sonora e intensidade sonora. Neste estudo será avaliada a RP nas frequências de 1000, 2000, 3000 e 4000Hz, pois a a reflectância de potência medida em qualquer ponto no conduto auditivo é igual ao RP na membrana timpânica (MT) <sup>9,10</sup>.

5 O objetivo geral deste estudo é analisar a correlação da RP com a timpanometria na detecção de alteração de orelha média em neonatos com EOAT presentes.

### 6 MÉTODO

7 Este é um estudo transversal observacional em que foram avaliados os exames de EOAT, RP e Timpanometria.

8 A amostra deste estudo foi constituída por 105 neonatos com idade inferior a 40 dias, de ambos os gêneros, sendo 58 do sexo feminino e 47 do sexo masculino, participantes do programa de Triagem auditiva Neonatal realizada no Hospital das Clínicas, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), no período de julho a setembro de 2013. Foram incluídos no estudo todos os neonatos, a termo, que não possuíam indicador de risco para perda auditiva segundo o Joint Committee on Infant Hearing<sup>1</sup> e encaminhados pelo Programa de Triagem Auditiva Neonatal para o primeiro teste e, cujos pais e responsáveis, consentiram na inclusão dos dados de seus exames no estudo e assinaram o termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG, parecer CAAE-0673.0.203.000-11. Foram excluídos do estudo os recém-nascidos que o protocolo de anamnese e os resultados não contivessem todas as informações necessárias à realização da pesquisa. O cálculo amostral foi feito através da média populacional, que determina o tamanho mínimo de uma amostra para estimar um parâmetro estatístico<sup>11</sup>, baseado um erro amostral de 5%, nível de significância de 5% e desvio padrão considerando média de 7% de exames alterados.

9 A Triagem auditiva foi realizada no setor de Audiologia do Hospital das Clínicas da UFMG e consistiu na anamnese, testes comportamentais e EOAT. Os neonatos foram encaminhados para o setor de otorrinolaringologia para a realização da RP e timpanometria pela pesquisadora. Os bebês estavam em sono natural, durante a realização dos testes. A primeira orelha a

ser avaliada foi escolhida dependendo da posição da criança no colo da mãe.

**10** As EOAT foram captadas nas frequências de 2000 Hz, 3000 Hz e 4000 Hz utilizando o equipamento ILO292 USB Echoport, da marca Otodynamics®. O protocolo de registro das emissões adotado utilizou estímulos cliques não lineares a uma intensidade de 80 dBNPS e a janela de testagem foi de 12 milissegundos, com 512 estímulos. As EOAT foram consideradas presentes quando a reprodutibilidade foi maior ou igual a 70% e a relação S/R (sinal/ruído), maior ou igual a 6 dB.

**11** A RP foi realizada com o uso de um analisador de energia acústica da orelha média (Acoustics Middle Ear Power Analyzer – MEPA, versão 3.3 da Mimosa Acoustics®), através de um hardware no equipamento de DPOAE Measurement System da marca Starkey® nas frequências 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz e 4000 Hz, com estímulo *chirp*<sup>12</sup> e sonda tipo *rubber* (borracha), na norma Estudo Mimosa<sup>13</sup>.

**12** O estímulo *chirp* é o melhor estímulo para a maioria dos pacientes, pois tem uma melhor resolução da frequência, é mais rápido e funciona melhor em ambiente silencioso. O nível de pressão do estímulo é de 0 a 80 dB SPL e o tempo de medida foi de 10 segundos<sup>12</sup>.

**13** O cálculo da reflectância de potência depende da área do canal auditivo. Huang et al<sup>14</sup> mostrou que medidas RBL exigem que os equivalentes Thévenin<sup>15</sup> do sistema de medida acústica sejam determinados com cargas que tenham entre 10% a 15% do diâmetro real do canal auditivo. O Sistema de Acústica Mimosa<sup>13</sup> calcula a área do canal auditivo baseado no diâmetro da ponta do probe e utiliza o parâmetro de calibração Thévenin<sup>15</sup>. Com este sistema a área do canal auditivo é tanto estimada em ser de 4.5 mm (cavidade da ponta de borracha) ou de 7.5 mm (cavidade da ponta de espuma), utilizou-se a ponta de borracha. O diâmetro do canal auditivo de recém nascidos foi medido com diâmetros de 4.4 mm<sup>16,17</sup>, desta forma as calibrações utilizando o método Mimosa “cavidade da ponta de borracha” (usada neste estudo) foram apropriadas.

**14** Foram utilizados os padrões abaixo para determinar as orelhas que passaram no teste de RP:

**15** Na frequência de 1000 Hz: 0.2 a 0.75 ou 20% a 75%

**16** Na frequência de 2000 Hz: 0.1 a 0.50 ou 10% a 50%

**17** Na frequência de 3000 Hz: 0 a 0.50 ou 0 a 50%

**18** Na frequência de 4000 Hz: 0 a 0.70 ou 0 a 70%

**19** A Timpanometria na frequência de 1000 Hz foi obtida com o uso de Impedance Audiometre AT 235 da marca Interacoustics®, no protocolo de registro da pressão permitiu uma variação de +300 da PA a - 300 da PA e adotou-se como normal o padrão do tipo A e alteradas as curvas C, B e PD<sup>18,19</sup>.

**20** O banco de dados, com as informações das orelhas direita e esquerda dos 105 pacientes incluídos no projeto, foi confeccionado no Excel. Considerou-se que passou (P) no teste quando apresentou otoemissões em todas as frequências avaliadas. A RP foi avaliada nas frequências de 1.000 Hz, 2.000 Hz, 3.000 Hz e 4.000 Hz e o resultado de cada frequência foi analisado separadamente. As análises foram realizadas nos *softwares* R versão 2.7.1 e Epi Info versão 6.04, ambos de domínio público. Foi considerado nível de significância de 5%.

**21** Como neste estudo foram avaliados mais de dois testes, foi necessário utilizar o coeficiente Kappa Múltiplo, para avaliar o grau da concordância entre eles<sup>20</sup>. As classificações dos coeficientes Kappa<sup>21</sup> calculados foram: baixa (< 0,20); razoável (0,21 a 0,40); moderada (0,41 a 0,60); boa (0,61 a 0,80) e muito boa (0,80 a 1,00).

**22** Para os exames Timpanometria e RP foi calculada a especificidade, considerando como padrão-ouro o teste EOAT. Considera-se que a especificidade como sendo a porcentagem de pessoas que passaram no teste de interesse e que passaram no EOAT.

**23** RESULTADOS

**24** Na avaliação geral das EAOT, ou seja, aqueles que passaram nas três frequências avaliadas, tem-se que, à direita, 97

(92,4%) passaram no teste e 8 (7,6%) falharam e à esquerda 96 (91,4%) passaram no teste e 9 (8,6%) não passaram.

**25** Observou-se que na Timpanometria para o lado direito, 86 (85,1%) crianças apresentaram a curva normal, 15 (14,9%) apresentaram a curva alterada e não há informação para 4 crianças. Verifica-se que para o lado esquerdo, 81 (79,4%) crianças apresentaram a curva normal, 21 (20,6%) apresentaram a curva alterada e não há informação para 3 crianças. Os casos sem informação foram aqueles em que não houve formação de curva ou não houve vedação bilateral.

**26** A Tabela 1 apresenta a descrição do teste RP para o lado direito e esquerdo das 105 crianças avaliadas.

**27** Concordância entre os exames

**28** A Tabela 2 apresenta os coeficientes de Kappa e os respectivos intervalos de confiança entre os três exames avaliados conjuntamente.

**29** Observou-se baixa concordância (valor- $p \leq 0,05$ ) entre os resultados dos testes Timpanometria, EOAT e o RP na frequência 2.000 Hz do lado direito.

**30** Em relação ao lado esquerdo, observou-se que existe concordância razoável (valor- $p \leq 0,05$ ) entre os resultados dos testes Timpanometria, EOAT e RP (nas frequências 2.000 e 3.000 Hz).

**31** A Tabela 3 apresenta o coeficiente Kappa e o intervalo de confiança entre os resultados dos exames, tomados dois a dois, da Timpanometria e RP.

**32** Para ambos os lados, observa-se concordância razoável entre a Timpanometria e o RP nas frequências de 2.000 Hz e 3.000 Hz.

### **33** Especificidade da Timpanometria

**34** A Tabela 4 apresenta as medidas de especificidade, para a Timpanometria. Interpretando o exame da curva para o lado direito, tem-se especificidade de 87,2% (78,4 a 92,9). Isto indica 87,2% dos pacientes que passaram no EOAT, tiveram resultado normal na curva. Interpretando o exame da curva para o lado esquerdo, tem-se especificidade de 83% (73,5 a 89,7). Isto indica que 83% dos pacientes que passaram no EOAT, tiveram resultado normal na curva.

### **35** Especificidade da Reflectância de Potência

**36** A Tabela 5 apresenta as medidas de especificidade para o exame RP nas frequências avaliadas.

### **37** DISCUSSÃO

**38** A importância do Programa de Triagem Auditiva Neonatal é inquestionável e mostra que para 1000 crianças examinadas, 2 a 3 (0,2 a 0,3%) apresentarão doença da orelha interna segundo o Joint Committee on Infant Hearing<sup>1</sup> e de acordo com Yang<sup>22</sup>, 100 crianças (10%) apresentarão alteração condutiva por disfunção da orelha média.

**39** O estudo da orelha média associado à Triagem Auditiva Neonatal utilizando a Timpanometria e/ou a Reflectância de Potência foi recomendado por Keefe<sup>23,24</sup>, pois assim a interpretação da Triagem Auditiva seria mais adequada.

### **40** *Análise descritiva dos resultados das EOAT, RP e Timpanometria*

**41** Nas 105 crianças (210 orelhas), na avaliação geral das EOAT, 92,4% passaram na orelha direita e 91,4% na orelha esquerda, resultados semelhantes aos descritos por Thompson<sup>25</sup>.

**42** A Timpanometria nos revela a condição da orelha média e é o teste mais utilizado para esta avaliação. Nas perdas condutivas observa-se uma timpanometria alterada. Neste estudo obteve-se alteração nos exames de timpanometria no lado direito em 14,9% dos neonatos e em 20,6% no lado esquerdo, percentuais mais elevados quando comparados aos publicados por Yang<sup>22</sup>. Tais achados poderiam ser justificados por ter se analisado, neste estudo, apenas a frequência 1000Hz que, segundo o JCIH<sup>1</sup> e o Programa de Triagem Auditiva Neonatal do Reino Unido<sup>26</sup>, é o tom recomendado para lactentes abaixo de 6 meses de idade. Já no estudo de Yang<sup>22</sup> foram analisadas as frequências de 226 Hz e 1000Hz.

Entretanto, já foi observado que Timpanometrias obtidas com tom teste de baixa frequência (226Hz) podem ser considerados como normais, mesmo na presença de alterações na orelha média<sup>27,28</sup>.

**43** A RP mede a energia transferida de forma passiva para a orelha média e revela o estado do conduto auditivo externo e da MT. O resultado obtido nas frequências avaliadas mostrou que em 1000Hz do lado direito 13,3% dos neonatos falharam e do lado esquerdo 25,7%. Em 2000Hz, no lado direito 26,7% falharam e no lado esquerdo 29,5%. Na frequência de 3000Hz, falharam 15,2% no lado direito e 13,3% no lado esquerdo e na frequência de 4000Hz falharam 8,5% no lado direito e no 5,7% lado esquerdo. Tais resultados mostram que as frequências de 2000Hz e 3000Hz foram mais adequadas para a determinação de doença da orelha média, concordando com os achados de Roswiski<sup>29</sup> e Voss<sup>30</sup>, que reportou que quando o valor da RP é próximo de 1, nas frequências de 2000 Hz e 3000Hz, quase toda energia incidente nessas frequências é refletida pela MT com pouca absorção de energia pela orelhas média e interna. O máximo de energia transmitida para as estruturas atrás da MT ocorre quando a RP tem seus valores entre 0.3 e 0.4 nas frequências de 1.000Hz e 4.000Hz, concordando com os resultados deste estudo.

**44** Keefe<sup>16</sup> analisaram a medida da RP de 125Hz a 10.700Hz em adultos e neonatos a termo, na idade de 1 a 24 meses, e formularam a hipótese de que as frequências de 2.000Hz a 4.000Hz podem ser úteis em testes clínicos, na avaliação da orelha média, porque essas frequências absorvem melhor a energia sonora que retorna ao conduto auditivo. Esse resultado também foi relatado por Piskorski, Keefe, Simmons & Gorga<sup>31</sup>, ao afirmarem que essas frequências podem prever a presença de perda condutiva em crianças de 2 a 11 anos.

**45** Especificidades da Timpanometria e RP

**46** Utilizando-se os resultados dos neonatos que passaram nas EOAT como padrão ouro na avaliação auditiva foram calculadas as especificidades da Timpanometria e da RP. A especificidade da RP em todas as frequências pesquisadas variou de 75,3% a 95,9%. Isto mostra que 5 a 25% dos neonatos apresentam alterações detectadas pela RP, que não são percebidas pelas EOAT. A especificidade da Timpanometria mostra que 13 a 17% dos neonatos apresentaram alteração com EOAT presentes.

**47** Estes valores encontrados são próximos à prevalência de alteração condutiva em 10% dos neonatos descrita por Yang<sup>22</sup>. Poderia-se questionar se a RP e a Timpanometria seriam capazes de detectar alterações subclínicas na orelha média que não interferem na captação das EOAT.

**48** Como descrito por Hunter<sup>13</sup>, a RBL foi significativamente diferente em orelhas que falharam comparado com as orelhas que passaram no teste de emissões otoacústicas por produto de distorção (EOAPD) e demonstraram relevantes resultados para predição do status da EOAPD.

**49** Evidências de disfunções da orelha média como a causa principal de orelhas que falharam no teste de EOAPD são atribuídas à transferência de energia passiva que ocorre na orelha média, medida pela RBL, e que quando está alterada está relacionada a doença de orelha média e não relacionada à função coclear.

**50** Além disto, em crianças testadas novamente, dias depois, na medida que a RBL melhorou, as taxas de sucesso, (crianças que passaram no teste), também melhoraram, demonstrando um forte relacionamento entre as mudanças de status na EOAPD e na RBL. Não existe trabalho científico com EOAT e RBL ou RP como valor preditivo, porém como EOAPD e EOAT são ambos aceitos como testes de Triagem comparamos esse estudo ao acima citado e obtivemos resultados semelhantes.

**51** Observou-se nessa pesquisa que valores de RP acima dos padrões pré-determinados pelo equipamento, no estudo do tipo Mimoso<sup>13</sup>, sugerem presença de líquido em orelha média.

**52** Os resultados desta pesquisa são concordantes com o estudo de Roswiski<sup>29</sup>, que reportaram que quando o valor da RP é próximo de 1 nas frequências de 2000 Hz e 3000Hz quase toda energia incidente nessas frequências é refletida pela MT com pouca absorção de energia pela orelhas média e interna. Ressaltaram-se como frequências mais adequadas para determinação de doença de orelha média, as frequências de 2.000 Hz e 3.000Hz, por apresentarem razoável concordância com a Timpanometria de 1000Hz, exame mais utilizado para detecção de doença de orelha média e por apresentarem o maior número de orelhas que falharam na RP. Feeney e Sanford<sup>32</sup> e outros pesquisadores em estudos semelhantes a esse obtiveram o valor mais alterado de RP em 2000Hz.

**53** O máximo de energia transmitida para as estruturas atrás da MT ocorre quando a RP tem seus valores entre 0.3 e 0.4 nas frequências de 1.000Hz e 4.000Hz<sup>29</sup>, semelhante aos resultados encontrados nesta pesquisa.

**54** Observou-se, neste trabalho, que valores de RP acima dos padrões sugerem presença de líquido em orelha média, portanto uma alteração condutiva, achado inicialmente descrito por Voss<sup>30</sup>.

## **55** CONCLUSÃO

**56** A Reflectância de Potência em 2000 Hz e 3000 Hz apresentou correlação com os resultados de EAOT e de Timpanometria. As frequências mais adequadas para a determinação de doença de orelha média pela RP foram as frequências de 2.000 Hz e 3.000 Hz. Observou-se que valores da RP acima dos padrões sugerem presença de líquido em orelha média, portanto uma alteração condutiva. A especificidade da RP em todas as frequências pesquisadas variou de 75,3% a 95,9% e da Timpanometria em 1.000 Hz variou de 83% a 87,2%.

**57** O presente estudo apontou para a necessidade de um estudo mais aprofundado do exame de RP para que haja uma validação da RP como exame adequado para avaliação da orelha média.

## **58** REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Academy of Pediatrics, Joint Committee on Infant Hearing. Year 2007 position statement: Principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Pediatrics*. 2007;120(4):898-921.
2. Probst R. Otoacoustic Emissions: An Overview. *Adv. Otorhinolgyngol*, Basel, Karger. 1990; 44: 1-91.
3. Hall JW, Smith SD, Popelka GR. Newborn hearing screening with combined otoacoustic emissions and auditory brainstem responses. *J Am Acad Audiol*. 2004;15:414-425.
4. Liden G, Harford E, Hallen O. Automatic Tympanometry in Clinical Practice. *Audiology*. 1974;13(2):126-139
5. Margolis RH, Bass-Ringdahl S, Hanks WD, Holte L, Zapala DA. Tympanometry in newborn infants- 1kHz norms. *J Am Acad Audiol*. 2003;14(7):383-92.
6. Baldwin M. Choice of probe tone and classification of trace patterns in tympanometry undertaken in early infancy. *Int J Audiol*. 2006;45(7):417-27
7. Calandruccio L, Fitzgerald TS, Prieve BA. Normative multifrequency tympanometry in infants and toddlers. *J Am Acad Audiol*. 2006; 17(7): 470-480.
8. Keefe DH, Ling R, Bulen JC. Method to measure acoustic-impedance and reflection coefficient. *J Acoustical Soc Am*. 1992; 91(1): 470-485.
9. Hunter LL et al. Wideband middle ear power measurement in infants and children. *J Am Acad Audiol*. 2008; 19(4): 309-324.
10. Merchant GR, Horton NJ, Voss SE. Normative reflectance and transmittance measurements on healthy newborn and 1-month-old infants. *Ear and Hearing*. 2010; 31(6): 746-754.
11. Triola MF. *Introdução à Estatística*. 7ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.
12. HearID 5.1 + MEPA3 Module User's Manual. Stimulus Selection. 2012.
13. Hunter LL et al. Wideband reflectance in newborns: Normative regions and relationship to hearing-screening results. *Ear and Hearing* 2010;31(5): 599-610.
14. Huang LH et al. Comparison of sensitivity of audiological tests to identify otitis media with effusion in newborn infants. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Tou Jing bKe Za Zhi*. 2008; 43(12): 886-890.
15. Van Valkenburg M. *Network analysis second edition*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall. 1964.
16. Keefe DH et al. Ear-Canal Impedance and Reflection Coefficient in Human Infants and Adults. *Journal of the Acoustical Society of America*. 1993;94(5): 2617-2638.
17. Qi L et al. A nonlinear finite-element model of the newborn ear canal. *Journal of the Acoustical Society of America*. 2006;120: 3789-3798.
18. Jerger J. Diagnostic use of impedance measures. In J. Jerger (Ed.), *Clin Impedance Audiometry*. New York: American Electromedics Corporation. 1975. 156p.
19. Margolis RH, Smith P. Tympanometry in infants: state of art. In: Harford E, Klein J, editors. *Impedance screening of middle ear disease in children*. New York: Grune and Stratton; 1978.
20. Siegel S, Castellan NJ. *Nonparametric Statistics for Behaviour Science*. Mc-Graw Hill, 1988.
21. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977; 33:159-174.
22. Yang EY, Stuart A, Mencher GT et al. Auditory brain stem responses to air- and bone conducted clicks in the audiological assessment of at-risk infants. *Ear and Hearing*. 1993;14:175-182.

23. Keefe DH et al. Identification of neonatal hearing impairment: Ear-canal measurements of acoustic admittance and reflectance in neonates. *Ear and Hearing*. 2000;21(5):443-461.
24. Keefe DH et al. Ear-meato acoustic admittance and reflectance effects in human neonates. I. Predictions of otoacoustic emission and auditory brainstem responses. *Journal of the Acoustical Society of America*. 2003;113(1):389-406.
25. Thompson DC, McPhillips H, Davis RL, et al. Universal newborn hearing screening: Summary of evidence. *JAMA*. 2001;286:2000-2010.
26. Baldwin M, editor. Neonatal Hearing Screening and Assessment. Tympanometry in babies under 6 months. A Recommended Test Protocol. 2008.
27. Paradise JL, Smith CG, Bluestone CD. Tympanometric detection of middle ear effusion in infants and young children. *Pediatrics*. 1976;58(2):198-210.
28. Hunter LL, Margolis RH. Multifrequency tympanometry: current clinical application. *Am J Audiol*. 1992;1(3):33-43.
29. Rosowski et al. An overview of wideband immittance measurements techniques and terminology: you say absorbance, I say reflectance. *Ear and Hearing*. 2013;34(1):9-16.
30. Voss SE, Merchant GR, Horton NJ. Effects of middle-ear disorders on power reflectance measured in cadaveric ear canals. *Ear and Hearing*. 2012; 33: 195-208.
31. Piskorski P, Keefe DH, Simmons JL et al. Prediction of conductive hearing loss based on acoustic ear-canal response using a multivariate clinical decision theory. *Journal of the Acoustical Society of America*. 1999;105: 1749-1764.
32. Feeney MP, Keefe DH, Sanford CA. Wideband reflectance measures of the ipsilateral acoustic stapedius reflex threshold. *Ear and Hearing*. 2004;25: 421-430.

□

TABELA 1

Descrição do teste Reflectância de Potência (RP) nos 105 neonatos avaliados.

Caso não esteja visualizando a tabela corretamente acesse a versão online clicando no link a seguir:

[http://www.bjorl.org.br/sgp/detalhe\\_simples.asp?cod\\_fluxo=11453&cod\\_versao=1814380&Submissao=1&cache=14786](http://www.bjorl.org.br/sgp/detalhe_simples.asp?cod_fluxo=11453&cod_versao=1814380&Submissao=1&cache=14786)

	-	Passou no teste		Falhou no teste	
		n	%	n	%
Lado direito	1.000 Hz	91	86,7	14	13,3
-	2.000 Hz	77	73,3	28	26,7
-	3.000 Hz	89	84,8	16	15,2
-	4.000 Hz	95	90,5	10	8,5
Lado esquerdo	1.000 Hz	78	74,3	27	25,7
-	2.000 Hz	74	70,5	31	29,5
-	3.000 Hz	91	86,7	14	13,3
-	4.000 Hz	99	94,3	6	5,7

TABELA 2

Coefficiente de Kappa para a concordância entre os exames EOAT, Timpanometria e RP nos 105 neonatos avaliados.

Caso não esteja visualizando a tabela corretamente acesse a versão online clicando no link a seguir:

[http://www.hjort.org.br/sgn/detalhe\\_simples.asp?cod\\_fluxo=11453&cod\\_versao=181438ObjSubmissao=1&cache=14786](http://www.hjort.org.br/sgn/detalhe_simples.asp?cod_fluxo=11453&cod_versao=181438ObjSubmissao=1&cache=14786)

RP	Frequência	n	Kappa	IC <sub>95%</sub>	Classificação	Valor-p
Lado direito	1.000 Hz	98	0,18	0,00 a 0,40	-	0,251
-	2.000 Hz	98	0,20	0,01 a 0,44	Baixa	0,047
-	3.000 Hz	98	0,17	0,00 a 0,45	-	0,126
-	4.000 Hz	98	0,13	0,00 a 0,45	-	0,201
Lado esquerdo	1.000 Hz	100	0,12	0,00 a 0,34	-	0,144
-	2.000 Hz	100	0,31	0,10 a 0,52	Razoável	0,002
-	3.000 Hz	100	0,35	0,09 a 0,62	Razoável	0,005
-	4.000 Hz	100	0,23	0,00 a 0,54	-	0,059

n: casos com informação nos três exames; IC<sub>95%</sub>: Intervalo de confiança com 95%, -: Concordância sem significância estatística

TABELA 3

Concordância entre os exames Timpanometria e RP nos 105 neonatos avaliados.

Caso não esteja visualizando a tabela corretamente acesse a versão online clicando no link a seguir:

[http://www.hjort.org.br/sgn/detalhe\\_simples.asp?cod\\_fluxo=11453&cod\\_versao=181438ObjSubmissao=1&cache=14786](http://www.hjort.org.br/sgn/detalhe_simples.asp?cod_fluxo=11453&cod_versao=181438ObjSubmissao=1&cache=14786)

	Testes	RP (1.000 Hz)	RP (2.000 Hz)	RP (3.000 Hz)	RP (4.000 Hz)
Lado Direito	Timpanometria	0,01	0,29	0,22	0,16
-	Intervalo de confiança	(0 a 0,15)	(0,12 a 0,47)	(0,02 a 0,42)	(0 a 0,36)
Lado Esquerdo	Timpanometria	0,04	0,32	0,37	0,17
-	Intervalo de confiança	(0 a 0,20)	(0,15 a 0,49)	(0,18 a 0,56)	(0 a 0,35)

TABELA 4

Especificidade da Timpanometria nos 105 neonatos avaliados.

Caso não esteja visualizando a tabela corretamente acesse a versão online clicando no link a seguir:

Lado	Especificidade
Direito	87,2% (78,4% a 92,9%)
Esquerdo	83,0% (73,5% a 89,7%)

TABELA 5

Especificidade do teste RP nas frequências avaliadas nos 105 neonatos avaliados.

Caso não esteja visualizando a tabela corretamente acesse a versão online clicando no link a seguir:

Lado	Frequência	Especificidade
Direito	1.000 Hz	86,6% (77,8 a 92,4)
-	2.000 Hz	75,3% (65,3 a 83,2)
-	3.000 Hz	85,9% (77,1 a 91,8)
-	4.000 Hz	90,9% (83,0 a 95,5)
Esquerdo	1.000 Hz	76,3% (66,4 a 84,1)
-	2.000 Hz	76,0% (66,0 a 83,9)
-	3.000 Hz	90,7% (82,7 a 95,4)
-	4.000 Hz	95,9% (89,3 a 98,7)

**Não foram enviadas imagens pelo autor (The author didn't send images)**





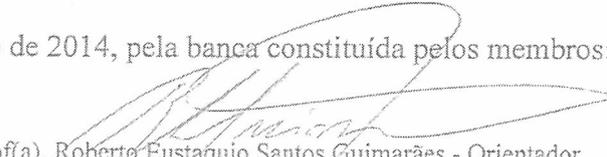
## FOLHA DE APROVAÇÃO

**AVALIAÇÃO AUDITIVA EM NEONATOS E LACTENTES UTILIZANDO EMISSÕES  
OTOACUSTICAS TRANSIENTES, TIMPANOMETRIA E REFLECTÂNCIA DE  
POTÊNCIA**

### TICIANNA GARAMBONE DE CERQUEIRA LIMA

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS APLICADAS À CIRURGIA E À OFTALMOLOGIA, como requisito para obtenção do grau de Mestre em CIÊNCIAS APLICADAS À CIRURGIA E À OFTALMOLOGIA, área de concentração RESPOSTA INFLAMATÓRIA À AGRESSÃO

Aprovada em 28 de julho de 2014, pela banca constituída pelos membros:

  
Prof(a). Roberto Eustaquio Santos Guimarães - Orientador  
UFMG

  
Prof(a). Celso Gonçalves Becker  
UFMG

  
Prof(a). Paulo Fernando Tormin Borges Crosara  
UFMG

  
Prof (a). Marcelo Miguel Hueb  
UFTM

Belo Horizonte, 28 de julho de 2014.



## ATA DA DEFESA DA DISSERTAÇÃO DA ALUNA TICIANNA GARAMBONE DE CERQUEIRA LIMA

Realizou-se, no dia 28 de julho de 2014, às 14:00 horas, FM-UFMG, da Universidade Federal de Minas Gerais, a defesa de dissertação, intitulada *AVALIAÇÃO AUDITIVA EM NEONATOS E LACTENTES UTILIZANDO EMISSÕES OTOACUSTICAS TRANSIENTES, TIMPANOMETRIA E REFLECTÂNCIA DE POTÊNCIA*, apresentada por TICIANNA GARAMBONE DE CERQUEIRA LIMA, número de registro 2012655534, graduada no curso de MEDICINA, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em CIÊNCIAS APLICADAS À CIRURGIA E À OFTALMOLOGIA, à seguinte Comissão Examinadora: Prof(a). Roberto Eustaquio Santos Guimarães - Orientador (UFMG), Prof(a). Celso Gonçalves Becker (UFMG), Prof(a) Paulo Fernando Tormin Borges Crosara (UFMG), Prof(a). Marcelo Miguel Hueb (UFTM).

A Comissão considerou a dissertação:

Aprovada

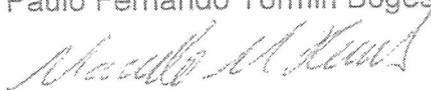
Reprovada

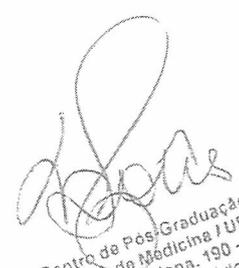
Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da Comissão.  
Belo Horizonte, 28 de julho de 2014.

  
Prof(a). Roberto Eustaquio Santos Guimarães (Doutor)

  
Prof (a) . Celso Gonçalves Becker (Doutor)

  
Prof (a) Paulo Fernando Tormin Boges Crosara (Doutor)

  
Prof(a). Marcelo Miguel Hueb (Doutor)

  
Centro de Pós-Graduação  
Faculdade de Medicina / UFMG  
Av. Prof. Alfredo Balena, 190 - 5º andar  
CEP.: 30130-100 - Funcionários - BH/MG