

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DA REDE NORDESTE DE**  
**BIOTECNOLOGIA**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: BIOTECNOLOGIA EM SAÚDE**

**KELLY CRISTINA LIRA DE ANDRADE**

**A IMPORTÂNCIA DAS CÉLULAS CILIADAS EXTERNAS PARA A**  
**DISCRIMINAÇÃO DE FALA NA PRESENÇA DE RUÍDO COMPETITIVO**

**MACEIÓ**  
**2017**

**KELLY CRISTINA LIRA DE ANDRADE**

**A IMPORTÂNCIA DAS CÉLULAS CILIADAS EXTERNAS PARA A  
DISCRIMINAÇÃO DE FALA NA PRESENÇA DE RUÍDO COMPETITIVO**

Tese de Doutorado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Biotecnologia em Saúde da Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO), ponto focal Alagoas, da Universidade Federal de Alagoas como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutora em Biotecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Pedro de Lemos Menezes

**MACEIÓ**

**2017**

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**

Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

- A553i Andrade, Kelly Cristina Lira de.  
A importância das células ciliadas externas para a discriminação de fala na presença de ruído competitivo / Kelly Cristina Lira de Andrade. – 2018  
137 f. : il.
- Orientador: Pedro de Lemos Menezes.  
Tese (doutorado na Rede Nordeste de Biotecnologia) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Química e Biotecnologia. RENORBIO. Maceió, 2017.
- Inclui bibliografia.  
Anexos: f. 109-137.
1. Fonoaudiologia. 2. Vias eferentes. 3. Ruído. 4. Emissões otoacústicas – Supressão. 5. Fala – Percepção. I. Título.

CDU: 612.7

KELLY CRISTINA LIRA DE ANDRADE

**A importância das células ciliadas externas para a discriminação de fala na presença de ruído competitivo.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO, Ponto Focal Alagoas, Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutora em Biotecnologia, Área de Concentração: Biotecnologia em Saúde.

Aprovada em: 18/12/2017.

BANCA EXAMINADORA



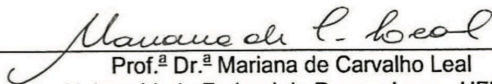
---

Prof. Dr. Pedro de Lemos Menezes  
Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas - UNCISAL



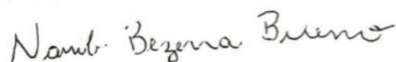
---

Prof.ª Dr.ª Luciana Aparecida Cora  
Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas - UNCISAL



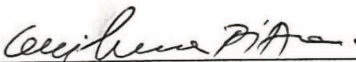
---

Prof.ª Dr.ª Mariana de Carvalho Leal  
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE



---

Prof. Dr. Nassib Bezerra Bueno  
Universidade Federal de Alagoas - UFAL



---

Prof. Dr. Guilherme Benjamin Brandão Pitta  
Universidade Federal de Alagoas - UFAL



## **AGRADECIMENTO ESPECIAL**

Ao Prof. Dr. Pedro de Lemos Menezes pelo exemplo, inspiração, apoio, motivação e orientações.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me permitir viver este momento tão especial.

Aos meus pais, pelo apoio incondicional.

À minha irmã Kallyne, pelo sentimento de orgulho estampado em seu rosto a cada conquista minha.

Ao meu irmão Diogo, por fazer parte também da minha vida profissional.

Aos meus sobrinhos Kadu, Nalu, Milena e Sienna.

Ao meu grande amor, companheiro e parceiro de todas as horas, Lully.

A toda a minha família pelas alegrias e amor compartilhado.

Às minhas amigas e companheiras de trabalho, Ana Paula, Kristhine e Mariana, por me incentivarem e me apoiarem.

A todos os meus amigos e em especial a Joshuaenders, Gueberson, Danilo, Fernanda, Cecília e Cibelle, por vibrarem comigo a cada conquista.

Aos meus mestres e professores por transmitirem seus saberes com doação e competência.

À reitora da Universidade Federal de Alagoas, prof<sup>ª</sup>. Valéria Correia e ao reitor da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas, prof. Henrique de Oliveira Costa pela gestão de incentivo à pesquisa.

Ao coordenador do Programa de Pós-graduação da Rede Nordeste de Biotecnologia, prof. Dr. Antônio Euzebio Goulart Santana pelos direcionamentos.

A coordenadora do curso de Fonoaudiologia da UNCISAL, prof<sup>a</sup>. Ranilde Cristiane Cavalcante Costa.

Aos membros do Laboratório de Audição e Tecnologia (LATEC) pelo apoio e amizade, em especial a Aline Tenório, Klinger Costa, Maria Eduarda e Fernanda Tenório.

Aos colegas do doutorado em Biotecnologia em Saúde pela convivência.

Aos funcionários do Instituto de Química e Biotecnologia – UFAL, Clélio e Ana Paula.

Aos funcionários da Faculdade de Fonoaudiologia da UNCISAL.

Aos meus alunos por impulsionarem cada vez mais a minha vida acadêmica.

## APRESENTAÇÃO

Esta tese integra um dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Biotecnologia pelo Programa de Pós-graduação em Química e Biotecnologia, área de concentração: Biotecnologia em Saúde, da Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

Neste contexto, encontra-se a construção deste documento no formato de capítulos, cujo objetivo principal foi apresentar um panorama do trabalho de pesquisa da doutoranda no período de 2014 a 2017.

O objeto principal de estudo desta tese é a inteligibilidade de fala em meio ao ruído. A ideia de aprofundar os estudos neste tema surgiu a partir de frequentes relatos de dificuldade de compreensão de fala em ambientes ruidosos por pacientes, mesmo quando os exames audiológicos apresentavam-se normais.

Inicialmente, buscou-se na literatura todos os mecanismos envolvidos no processo de detecção, discriminação, reconhecimento e, finalmente, compressão da fala. Dentre estas habilidades auditivas, a compreensão caracteriza-se como a mais refinada, uma vez que requer que o indivíduo compreenda o significado da mensagem, a qual muitas vezes se apresenta associada a ruídos competitivos.

Sabendo-se que o sistema auditivo é constituído por vias auditivas aferentes e eferentes que atuam integradamente e que é possível ativar as vias auditivas eferentes a partir da supressão das emissões otoacústicas, mecanismo caracterizado pela atenuação de suas respostas na presença de ruído, as pesquisas foram iniciadas.

Os estudos preliminares, em que os pesquisadores ensaiaram as técnicas e a metodologia que seria empregada, resultaram em um capítulo de livro intitulado “Supressão das emissões otoacústicas evocadas por ruído branco e estímulos de fala”, publicado no livro *InTech - open science | open minds* – ISBN: 978-953-51-5118-0.

Diante dos resultados encontrados neste primeiro momento, ajustes metodológicos foram realizados com o objetivo de avaliar de maneira mais específica e mais eficaz um maior número de indivíduos, o que resultou no primeiro artigo original desta tese. Seguindo o critério pré-estabelecido, os pesquisadores buscaram estudar o efeito da supressão das emissões otoacústicas por meio de diferentes estímulos supressores em ouvintes normais.

Após a finalização desta primeira etapa do estudo, caracterizada por uma avaliação objetiva da audição, percebeu-se a necessidade de uma avaliação comportamental, em que os participantes da pesquisa pudessem contribuir para o estudo com suas próprias respostas, ou seja, de maneira subjetiva, por meio de testes de fala com diferentes ruídos competitivos. Além disso, diante da hipótese de que o estímulo de fala familiar ao ouvinte poderia ser um fator determinante para a melhora da compreensão da fala em situação de escuta difícil, devido à familiaridade do ouvinte com o sinal de fala pretendido, um segundo artigo original foi produzido a partir do reconhecimento de fala familiar na presença de ruído competitivo em adultos com audição normal.

Diante da temática abordada e a partir da falta de algo concreto que pudesse facilitar a apreensão do conhecimento sobre a dinâmica da compreensão da fala em meio a ruídos e também sobre o mecanismo de localização de fontes sonoras, percebeu-se a necessidade de criar um dispositivo que pudesse auxiliar professores da disciplina de psicoacústica ou áreas afins a ministrar aulas práticas neste temas. Detalha-se, então, ao final deste trabalho, o desenvolvimento de uma patente de modelo de utilidade caracterizada por um dispositivo acessório para uso em salas de aulas ou em ambientes lecionáveis com o intuito de permitir a realização de aulas práticas sobre os referidos temas.

Por fim, a partir dos resultados da pesquisa que permitiram o aprofundamento do entendimento acerca dos processos fisiológicos envolvidos na compreensão da fala em ambientes de escuta difícil e no desenvolvimento de novas técnicas para avaliação da supressão das emissões otoacústicas, o grupo de pesquisa poderá aprofundar ainda mais a base teórica sobre o assunto e desenvolver estímulos bioacústicos para aumentar a precisão no diagnóstico auditivo.

## RESUMO

Os diferentes tipos de ruídos presentes no cotidiano interferem diretamente na compreensão das palavras. Em situação permeada pela comunicação oral, o ouvinte deve selecionar o sinal de fala desejado enquanto ignora todo o ruído adjacente para entender a mensagem. O sistema auditivo é constituído por vias auditivas aferentes e eferentes que atuam integradamente e o feixe olivococlear é caracterizado como o circuito mais conhecido dentro do sistema eferente. Dentre as funções atribuídas ao sistema medial eferente, destaca-se a melhora na detecção de sinais acústicos na presença de ruído. Sabendo-se que é possível ativar as vias auditivas eferentes por meio da supressão das emissões otoacústicas e que esta ocorre devido à ação das fibras do trato olivococlear medial por meio das sinapses das células ciliadas externas e que o estímulo de fala familiar ao ouvinte pode ser fator determinante para a melhora da compreensão da fala em situação de escuta com ruído competitivo, propôs-se avaliar a importância das células ciliadas externas para a discriminação de fala na presença de ruído competitivo. Inicialmente, esta avaliação foi realizada a partir do efeito de supressão das emissões otoacústicas evocadas por estímulos transientes em ouvintes normais na presença de diferentes estímulos supressores. Posteriormente, também por meio do reconhecimento de fala familiar na presença de diferentes tipos e intensidades de ruídos competitivos. Além disso, ainda como objetivo do estudo e devido a lacuna observada durante as aulas da disciplina de psicacústica, propôs-se o desenvolvimento de um dispositivo que pudesse contribuir para a apreensão de conhecimentos dos alunos no que diz respeito a inteligibilidade de fala em meio a diferentes tipos de ruídos e também sobre o tema localização sonora. Para a avaliação do efeito de supressão das emissões otoacústicas, inicialmente foram avaliados oito indivíduos de ambos os sexos e com idades entre 22 e 26 anos, os quais foram submetidos a registro das emissões otoacústicas evocadas por estímulos transientes, supressão com ruído branco, supressão com ruído branco e tom puro em 1 kHz, treino auditivo, novo registro da supressão com ruído branco e tom puro em 1 kHz, supressão utilizando fala padrão e fala familiar e supressão com o canto “Parabéns para você” em voz familiar como ruído supressor. Posteriormente, após este estudo piloto e após ajustes metodológicos, 15 indivíduos de ambos os sexos com idades entre 20 e 37 anos foram submetidos aos seguintes procedimentos: registro das emissões otoacústicas evocadas por estímulos transientes, supressão das emissões com ruído branco, com sentenças balanceadas do protocolo *Hearing in Noise Test - Brasil* e com o canto “Parabéns para você”. Já para a avaliação do reconhecimento de fala familiar, 21 indivíduos de ambos os sexos e com idades entre 20 e 35 anos foram submetidos à otoscopia, imitanciometria, audiometrias tonal e vocal e testes de reconhecimento de sentenças na presença de ruídos competitivos. Conclui-se, de maneira geral, que todos os estímulos utilizados foram capazes de suprimir as emissões otacústicas na banda de 1 kHz, assim como foi observada uma maior supressão com estímulos de fala quando comparados à ruído branco, também na banda de 1 kHz. O reconhecimento de fala familiar em adultos com audição normal, por sua vez, é maior que o de fala padrão com ruído branco numa intensidade de 55 dBNS acima do limiar de reconhecimento de fala.

**Palavras-chave:** Supressão. Vias eferentes. Percepção de fala. Ruído.

## ABSTRACT

The different types of day-to-day noise interfere directly in speech comprehension. In oral communication situations, hearers must select the desired speech signal while ignoring all adjacent noise in order to understand the message. The auditory system consists of afferent and efferent auditory pathways that act jointly, and the olivocochlear bundle is a well known circuit within the efferent system. Among the functions attributed to the medial efferent system is improved detection of acoustic signals in the presence of noise. Given that efferent auditory pathways can be activated by suppressing otoacoustic emissions and that this occurs due to the action of fibers in the medial olivocochlear tract via external ciliated cell synapses, and that the speech stimulus familiar to the hearer may be a determining factor for improved speech comprehension in situations of listening with competitive noise, the aim of this study was to assess the importance of external ciliated cells in discriminating speech in the presence of competitive noise. This evaluation was initially conducted based on the effect of suppressing transient-evoked otoacoustic emissions in normal hearers in the presence of different suppressor stimuli. Next, familiar speech recognition in the presence of different types and intensities of competitive noise was evaluated. Furthermore, also as a study objective and due to the gap observed during psychoacoustic classes, we propose to develop a device that could contribute to knowledge acquisition of students in terms of speech intelligibility in different noise environments as well as sound localization. To assess the effect of otoacoustic emission suppression, we assessed eight individuals of both sexes, aged between 22 and 26 years, submitted to transient-evoked otoacoustic emission recordings, white noise suppression, white noise and pure tone suppression at 1kHz, auditory training, new recording of white noise and pure tone suppression at 1 kHz, suppression using standard speech and with the "happy birthday to you" song with a familiar voice as suppressor noise. After this pilot study and methodological adjustments, 15 individuals of both sexes, aged between 20 and 37 years were submitted to the following procedures: transient-evoked otoacoustic emission recordings, emission suppression with white noise, balanced sentences from the Hearing in Noise Test - Brazil protocol and the "happy birthday to you" song. To assess familiar speech recognition, 21 individuals of both sexes, aged between 20 and 35 years were submitted to otoscopy, immittance testing, tonal and vocal audiometries and sentence recognition tests in the presence of competitive noise. It was concluded that all the stimuli used were able to suppress otoacoustic emissions at 1 kHz, and greater suppression was observed with speech stimuli when compared to white noise, also at 1kHz. Familiar speech recognition in normal-hearing adults is higher than that of standard speech with white noise at an intensity of 55 dBSL above the speech recognition threshold.

**Keywords:** Suppression. Efferent Pathways. Speech Perception. Noise.

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ANSI	<i>American National Standard Institute</i>
ARAS	<i>Ascending reticular activating system</i>
CCE	Células ciliadas externas
CCI	Células ciliadas internas
CER	Centro especializado em reabilitação
dB	Decibels
dBHL	<i>Decibels hearing level</i>
dBNA	Decibéis nível de audição
dBNB	<i>Decibels narrow band</i>
dBNS	Decibéis nível de sensação
dbSL	<i>Decibels of sound sensation level</i>
dB SPL	<i>Decibels of sound pressure level</i>
DPOAE	<i>Distortion product otoacoustic emissions</i>
EOA	Emissões otoacústicas
EOAE	Emissões otoacústicas espontâneas
EOAT	Emissões otoacústicas por estímulos transientes
EOAPD	Emissões otoacústicas por produto distorção
HINT	<i>Hearing in test noise</i>
Hz	Hertz
IHC	<i>Inner hair cells</i>
IRF	Índice de Reconhecimento de Fala
LATEC	Laboratório de Audição e Tecnologia
LRF	Limiar de Reconhecimento de Fala
NA	Nível de Audição
NIT	Núcleo de Inovação Tecnológica
NS	Nível de Sensação
OAE	<i>Otoacoustic emissions</i>
OHC	<i>Outer hair cells</i>
RENORBIO	Rede Nordeste de Biotecnologia
SN	<i>Speech noise</i>
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>



SRT	<i>Speech recognition threshold</i>
TEOAE	<i>Transient evoked otoacoustic emissions</i>
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
UNCISAL	Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas
WN	<i>White noise</i>

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	15
2. OBJETIVOS .....	17
2.1 Geral.....	17
2.2. Específicos .....	17
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	18
3.1 Emissões otoacústicas, supressão e vias auditivas .....	18
3.2 Discriminação da fala no ruído.....	19
4. CAPÍTULO DE LIVRO.....	22
4.1 Suppression of Otoacoustic emissions evoked by withe noise and speech stimuli.....	23
5. ARTIGOS .....	40
5.1 Artigo 1.....	40
5.1.1 The Effect of Otoacoustic Emission Suppression in the Presence of Different Stimuli.....	41
5.2 Artigo 2.....	72
5.2.1 The study of familiar speech recognition in the presence of competitive noise.....	73
6. PATENTE.....	99
6.1 Kit didático de fones e microfones para ensino dos mecanismos de localização sonora e da compreensão da fala no ruído .....	100
7. CONCLUSÃO .....	107
EPÍLOGO.....	108
REFERÊNCIAS.....	109
ANEXOS .....	113
ANEXO A – Listas do HINT Brasil.....	114
ANEXO B – Capítulo de livro publicado.....	117
ANEXO C – Artigo 1 submetido à revista <i>Journal of Speech, Language, and Hearing Research</i> .....	118
ANEXO D – Artigo 2 submetido à Revista <i>Plos One</i> .....	119
ANEXO E – Comprovante de transferência de titularidade da Patente “Kit didático de fones e microfones para ensino dos mecanismos de localização sonora e da compreensão da fala no ruído” para a UFAL.....	120
ANEXO F – Produção secundária.....	121

## 1. INTRODUÇÃO

O ruído, definido como sendo um som indesejável e caracterizado pela existência de muitas amplitudes e frequências que ocorrem ao mesmo tempo de maneira não harmônica, está cada vez mais presente em diversos ambientes no cotidiano das pessoas. Muitas vezes não é observado como prejudicial à audição, mas interfere diretamente na compreensão das palavras e na comunicação (GAMA, 1994).

O reconhecimento de fala ocorre em conjunto com pistas acústicas, linguísticas, semânticas e circunstanciais. Porém, em condições favoráveis, algumas dessas pistas podem ser desprezadas. Para que a mensagem seja transmitida de forma eficiente, as pistas acústicas variam de acordo com a situação e contexto da comunicação, como em conversação e ambientes ruidosos (GAMA, 1994; CAPORALI, SILVA, 2004).

A habilidade de compreensão de fala é um ponto importante a ser observado durante a avaliação audiológica, pois fornece dados de como o indivíduo compreende a mensagem falada em situações de vida diária, que geralmente são associadas à presença de ruídos competitivos (THEUNISSEN, SWANEPOEL, HANEKOM, 2009). Ao apresentar a fala junto com o ruído competitivo, o indivíduo, mesmo com audição normal, frequentemente tem uma maior dificuldade para escutar e reconhecê-la (CÓSER et al., 2000). Essas dificuldades surgem porque, durante o processo de avaliação com o ruído, são exigidos vários canais auditivos para se obter o reconhecimento da fala, sugerindo que informações sensoriais mais detalhadas são necessárias em condições de escuta difícil (ZIEGLER, 2009).

A avaliação da percepção de fala é importante para estabelecer a relação entre a capacidade auditiva, por meio das informações extraídas dos procedimentos de diagnóstico audiológico, e o desempenho auditivo, que está relacionado em como o indivíduo está se desenvolvendo funcionalmente. Para uma boa percepção de fala, é necessária uma ação conjunta do sistema auditivo, o qual envolve a orelha externa, a média e a interna, o VIII par de nervos cranianos, a porção retrococlear e o sistema nervoso central (DANIELI, BEVILACQUA, 2013).

Durante a avaliação audiológica, as dificuldades na compreensão da fala só podem ser realmente observadas com estímulos de fala que representem uma situação comunicativa (FREITAS, LOPES, COSTA, 2005) e, com isso, fornece informações importantes sobre a capacidade do indivíduo em reconhecer palavras em ambientes ruidosos ((THEUNISSEN, SWANEPOEL, HANEKOM, 2009; GROSE, MAMO, HALL, 2009).

Os testes convencionais utilizados para avaliar a compreensão da linguagem representam uma visão limitada da função auditiva (CAPORALI, SILVA, 2004; CORRÊA, RUSSO, 1999) e a avaliação do reconhecimento de fala em presença de um ruído competitivo seria uma maneira mais real de avaliar a audição (DUARTE, 1998; PICHORA-FULLER, SOUZA, 2003). O *Hearing in Noise Test* (HINT) é um teste que pode ser usado para esse propósito, uma vez que verifica o desempenho do indivíduo em reconhecer a fala no silêncio e em presença de ruído competitivo. O teste consiste em listas de sentenças que são apresentadas ao indivíduo, em presença ou não de ruído competitivo, para que este repita o que foi dito. Determinam-se, portanto, percentagens de acerto e/ou limiar de reconhecimento da fala (ARIETA, 2009).

O exame das emissões otoacústicas (EOAs) é um método objetivo, relativamente simples, rápido e não invasivo. As EOAs são definidas como liberação de energia sonora originada na cóclea, que se propaga pela orelha média até alcançar o conduto auditivo externo. O registro das ondas sonoras é captado por uma pequena sonda introduzida no conduto auditivo externo (HOOD et al., 1996). O seu descobrimento mostrou que a cóclea não é só capaz de receber sons, mas também de produzir energia acústica (CASTOR et al., 1994). Este fenômeno está relacionado ao processo de micromecânica coclear, além do fato de que as EOAs, ao serem geradas na cóclea, sugere que nesta se encontre um componente mecanicamente ativo (LIM, 1986). Esta propriedade é atribuída às células ciliadas externas (CCE) e é controlada através das vias auditivas eferentes (GALAMBOS, 1955).

A supressão é caracterizada pelo decréscimo da amplitude, bem como pelo decréscimo de fase dos picos da emissão e a comparação do teste e reteste mostra que os efeitos supressivos são repetitivos e que a supressão das EOAs é útil clinicamente na avaliação e administração de perdas auditivas periféricas e centrais (HOOD et al., 1996). As fibras eferentes mediais podem inibir o fenômeno contrátil

ativo das CCEs, regulando as contrações lentas com atenuação das contrações rápidas, diminuindo assim, a amplitude das EOAs, quando na presença de estimulação elétrica, química ou ruído (BERLIN et al., 1993).

As queixas frequentes de dificuldades para reconhecer a fala, principalmente em ambientes ruidosos, mesmo em indivíduos considerados audiológicamente normais do ponto de vista quantitativo, assim como as descobertas sobre o papel ativo da cóclea, especificamente das CCE, justificam a investigação de novos métodos para auxiliar na estimulação de estruturas responsáveis pelo mecanismo de percepção de fala diante de ruídos competitivos.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

- Avaliar a importância das CCEs para a discriminação de fala na presença de ruído competitivo.

### **2.2. Específicos**

- Testar novas técnicas de captação das EOAs que permitam aprofundar o estudo do funcionamento das CCE e sua utilização para um diagnóstico mais preciso;
- Avaliar os efeitos de supressão das emissões otoacústicas evocadas por estímulos transientes (EOATs), utilizando-se ruído branco, sentenças balanceadas do protocolo HINT - Brasil (Anexo A) e o canto “Parabéns para Você” como estímulos supressores;
- Avaliar o reconhecimento de fala familiar a partir dos testes de fala emitida por fala padrão e por fala familiar, utilizando-se sentenças balanceadas do HINT - Brasil e ruídos branco e de fala.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Emissões otoacústicas, supressão e vias auditivas

As EOAs são sons criados dentro da cóclea, tanto espontaneamente ou como resposta a uma estimulação acústica. Elas são divididas em emissões otoacústicas espontâneas (EOAEs), EOATs e emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção (EOAPDs) (NORTON, STOVER, 1994). Os testes das EOAs são utilizados como avaliação objetiva e não-invasiva dos primeiros estágios do processamento do som, no nível da atividade biomecânica das CCEs (LONSBURY-MARTIN et al., 1995; CAMPOS et al., 2012).

O sistema auditivo é constituído por vias auditivas aferentes e eferentes que atuam integradamente. O feixe olivococlear é caracterizado como o circuito mais conhecido dentro do sistema eferente, este feixe compreende os tratos medial e lateral. O trato lateral é composto por fibras não-mielinizadas e não cruzadas, as quais terminam nas células ciliadas internas (CCI), localizadas na cóclea; o trato medial é composto por fibras mielinizadas que tem origem na área ao redor da oliva superior medial, que se conectam com as CCE (WAR, 1980; BURGUETTI, CARVALLO, 2007).

Dentre as principais funções atribuídas ao sistema medial eferente, destacam-se: localização da fonte sonora, atenção auditiva, melhora da sensibilidade auditiva, melhora na detecção de sinais acústicos na presença de ruído e função de proteção (BRUEL, SANCHES, BENTO, 2001). A estimulação elétrica do trato olivococlear eferente é capaz de atenuar a atividade auditiva aferente na altura da cóclea. Existem fibras eferentes com atividade espontânea e fibras que entram em atividade após estimulação sonora, sugerindo um sistema de retroalimentação. Tal mecanismo sugestiona um importante papel da via eferente olivococlear na discriminação da mensagem em presença de ruído competitivo (GALAMBOS, 1995).

Métodos objetivos e não-invasivos podem ser utilizados para avaliar o sistema auditivo eferente, tais como: a obtenção do reflexo acústico e a supressão das EOAs (BURGUETTI, 2006). A obtenção dos limiares dos reflexos acústicos permite avaliar o papel da via eferente no controle do estado mecânico da orelha

média e permite, ainda, a obtenção de informações das vias auditivas na altura do tronco encefálico. A significância funcional da sensibilização do reflexo acústico seria a de proporcionar melhora do sinal no ruído em condições complexas da audição por meio da atenuação das baixas frequências (JECK, RUTH, SCHOENY, 1983; ANDRADE et al., 2011).

A supressão das EOAs, por sua vez, é a atenuação de suas respostas na presença de ruído contra, ipsi ou bilateral à orelha examinada que ocorre devido à ação das fibras do trato olivococlear medial, por meio de sinapses nas CCEs, atenuando o ganho da amplificação coclear e reduzindo, conseqüentemente, a movimentação da membrana coclear (GUINAN et al., 2003; GRATALOUP et al., 2009). O ruído competitivo exerce um efeito inibitório sobre o funcionamento das CCEs da cóclea, cujo resultado é a redução do nível das EOAs. A presença deste efeito em ouvintes normais evidencia o envolvimento do sistema olivococlear medial na supressão das EOAs (COLLET et al., 1990; VEUILLET, COLLET, DUCLAUX, 1991). Tal efeito não está relacionado à presença de artefatos, atenuação interaural ou a efeito de orelha média (COLLET et al., 1990).

Estudos demonstram que há relação entre a população que apresenta dificuldade de inteligibilidade de fala em ambientes ruidosos e a ação do sistema eferente olivococlear medial, além de relatar que esta população apresenta menor ou nenhuma supressão das EOAs, sugerindo redução do efeito inibitório do sistema eferente (MUCHNIKA et al., 2004; SANCHES, CARVALHO, 2006).

### **3.2 Discriminação da fala no ruído**

As habilidades de perceber, discriminar, reconhecer e compreender os sons da fala em meio a sons competitivos é o que torna a comunicação humana possível, já que no dia a dia há uma grande exposição a níveis de ruídos que podem interferir no reconhecimento das palavras (MIRANDA, COSTA, 2006). Seja na rua, na escola ou no trabalho, situações nas quais a mensagem a ser ouvida vem acompanhada simultaneamente por outros fenômenos sonoros presentes no ambiente em diferentes intensidades e que coincidem com as frequências da voz humana são bastante frequentes. Diversos estudos demonstram que a presença de ruídos competitivos interfere diretamente na percepção da fala (MIRANDA, COSTA, 2006;

LESSA et al., 2012; CALAIS et al., 2014) e mesmo os ouvintes normais podem apresentar dificuldades para reconhecer os sons e compreender a mensagem nessas situações (CAPORALI, SILVA, 2004).

Na comunicação mediada pela linguagem oral em condições de escuta menos favoráveis, não são utilizadas apenas pistas auditivas para compreender a mensagem, mas também pistas semânticas, linguísticas e do contexto da conversação (GAMA, 1994). O reconhecimento de fala na presença de ruído, seja ele qual for, exige ainda o uso das habilidades cognitivas superiores de concentração e atenção seletiva, pois o ouvinte precisa pôr em foco o sinal de fala desejado, enquanto ignora toda a informação desnecessária (CAPORALI, SILVA, 2004; GROSE et al., 2015).

A habilidade de compreensão de fala no ruído, embora seja uma das funções atribuídas ao sistema auditivo eferente, seguramente, apresenta outras estruturas anatômicas envolvidas, como por exemplo, a formação reticular. Evidências sugerem que, quando o sistema de ativação reticular ascendente é estimulado, o córtex torna-se mais alerta e atento (GIUDICE et al., 2016). Sendo assim, o sistema tem melhor reação a um estímulo importante do que a um não importante. Este pode ser um dos mecanismos envolvidos na atenção seletiva e na habilidade de ouvir na presença de ruído (MUSIEK, OXHOLM, 2000).

Estudos descrevem a via auditiva central como uma estrutura de processamento flexível, em que as vias descendentes de feedback desempenham um papel importante tanto a curto e longo prazo quanto a plasticidade adaptativa. Tais achados confirmam a relação do sistema auditivo eferente e o treino auditivo na percepção da fala em presença de ruído (BOER, THORNTON, 2008).

A atividade do sistema auditivo eferente, no que se refere ao sistema olivococlear medial, tem sido implicada na percepção da fala no ruído não só em crianças (KUMAR, VANAJA, 2004), mas também em adultos (GIRAUD et al., 1997). É necessário, portanto, investigar se esse sistema também pode desempenhar um papel na melhoria induzida pelo treinamento na percepção da fala no ruído.

De acordo com um modelo cognitivo da percepção de voz, na sequência de uma análise no córtex auditivo primário, a informação vocal é processada em três vias que interagem parcialmente: (I) análise da informação do discurso, preferencialmente no hemisfério esquerdo, (II) a análise vocal de informações afetivas, predominantemente no hemisfério direito, (III) a análise da identidade vocal,



envolvendo reconhecimento de voz e conhecimento semântico relacionada com o indivíduo, também predominantes no hemisfério direito (SAMSON et al., 2011). Neste ponto de vista, diferentes níveis de cognição e da consciência auxiliam no processo de análise do estímulo auditivo.

O som de vozes familiares estimula o córtex do hemisfério cerebral direito de maneira mais acentuada que o estímulo de vozes de origens desconhecidas. Isso se dá devido à significância atribuída ao falante, o que causa mudanças na forma como os ouvintes percebem e processam os estímulos da fala familiar, justificando assim, o aumento das respostas corticais (GIUDICE et al., 2014).

Outros estudos demonstraram que o estímulo de fala familiar proporciona alguma vantagem, pois os ouvintes aprendem como os falantes familiares articulam os diferentes sons de fala. A familiaridade com informações específicas como estas ajuda os ouvintes a alcançar maior precisão no reconhecimento de fala (CLARKE, GARRETT, 2004; JESSE et al., 2007). Dessa forma, o estímulo de fala familiar pode ser um fator que contribua para a melhora do reconhecimento de fala em situação de escuta com ruído competitivo.

Considerando-se que os exames audiométricos tradicionais fornecem apenas informações básicas sobre a capacidade auditiva avaliada sob condições de isolamento acústico, é imprescindível avaliar as reais dificuldades de comunicação sob uma nova perspectiva. A avaliação do reconhecimento de fala em presença de ruído estabelecerá uma relação mais fidedigna entre a capacidade auditiva e o desempenho auditivo do indivíduo. Além disso, o estudo desta habilidade comparando-se o desempenho com fala padrão e fala familiar ao ouvinte possibilitará discussões embasadas em resultados inovadores.

#### 4. CAPÍTULO DE LIVRO

Nesta seção será descrito o capítulo do livro intitulado “Supressão das emissões otoacústicas evocadas por ruído branco e estímulos de fala”, publicado no livro *InTech - open science | open minds* – ISBN: 978-953-51-5118-0 em março de 2017 (Anexo B).

Este capítulo caracteriza-se como o resultado da pesquisa piloto desta tese, em que os pesquisadores ensaiaram as técnicas e a metodologia que seria empregada posteriormente. Diante dos resultados encontrados nestes testes iniciais, optou-se pela escrita deste capítulo que, em resumo, apresenta definições e reflexões sobre a temática abordada, além do resultado do efeito de supressão das EOATs na presença de diferentes estímulos auditivos em oito ouvintes normais. Dentre os diversos procedimentos adotados, destacam-se o registro de EOATs sem nenhuma intervenção; supressão com ruído branco; supressão com ruído branco somado a um estímulo tom puro na frequência de 1000 Hz; treinamento auditivo para percepção do tom puro de 1000 Hz com o objetivo do participante desviar a sua atenção a este estímulo específico em meio ao ruído branco; novo registro da supressão com ruído branco e tom puro de 1000 Hz após o treino auditivo; supressão com fala padrão; supressão com fala padrão reversa, ou seja, sem significado; supressão com fala familiar; supressão com fala familiar reversa e supressão com o canto "Parabéns para você" emitido a partir de fala familiar. Todos os estímulos supressores foram utilizados na orelha contralateral a orelha testada. Como principal resultado, destacou-se diferença significativa entre os valores de supressão das EOATs principalmente nas bandas de frequências de 1000 e 1500 Hz. Além disso, verificou-se que a atividade eferente do sistema auditivo é mais eficiente quando envolve o uso do espectro de fala.

#### 4.1 Suppression of Otoacoustic emissions evoked by white noise and speech stimuli

<sup>1\*</sup>Kelly C. L. Andrade.

kellyclandrade@gmail.com

<sup>1</sup>Gabriella O. Peixoto.

gabriellapeixoto3@gmail.com

<sup>1</sup>Aline T. L. Carnaúba.

alinel.tenorio@gmail.com

<sup>2</sup>Klinger V. T. Costa.

kvtc@uol.com.br

<sup>1</sup>Pedro L. Menezes.

pedrodelemosmenezes@gmail.com

1. Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas – Maceió – Alagoas, Brazil.

2. Centro Universitário CESMAC - Maceió - Alagoas, Brazil.

Corresponding author

\*Kelly C. L. Andrade

Rua Dr. Jorge de Lima St, 113. Trapiche da barra. Maceió, Alagoas, Brazil.

Postal code: 57010-300. Phone: +55 82 99980 8986

#### Abstract:

**INTRODUCTION:** Suppressing otoacoustic emissions is one of the objective, non-invasive methods that can be used to assess the efferent auditory system. When the ascending reticular activating system is stimulated, the cortex becomes more alert. The system reacts better to an important stimulus than an unimportant one.

**OBJECTIVE:** Assess the effect of suppressing otoacoustic emissions by transitory stimulus in the presence of different auditory stimuli in normal listeners.

**METHODS:** This cross-sectional, observational analytical study. The sample was composed of eight participants. The following procedures were adopted: recording otoacoustic emissions; suppression with white noise; suppression with white noise and pure tone; auditory training; new recording of suppression with white noise and pure tone; suppression using a speech pattern; suppression using a reversed speech pattern; suppression using familiar speech; suppression using reversed familiar speech and suppression singing “happy birthday” in a familiar voice. **RESULTS:**

There was a significant difference between the otoacoustic emission values, mainly at frequencies of 1000 and 1500Hz. **CONCLUSION:** Individuals submitted to the effects of suppression exhibit more effective results at frequencies of 1000 and 1500Hz. Furthermore, it was found that the efferent activity of the auditory system is more efficient when it involves the use of the speech spectrum.

**Keywords:** Audiology. Suppression. Efferent Pathways. Noise. Speech Perception.

## 1. Introduction

Noise is defined as an undesirable sound, characterized by multiple amplitudes and frequencies that occur simultaneously in a non-harmonic fashion. It is increasingly common in several environments and often not considered harmful to hearing, but interferes directly in word comprehension and communication.

Speech recognition occurs in conjunction with acoustic, linguistic, semantic and circumstantial cues. However, under favorable conditions, some of these cues may be disregarded. For the message to be transmitted efficiently, acoustic cues vary according to the situation and context of communication, such as in conversation and noisy environments[1,2].

Speech comprehension is an important point to observe during audiological assessment, since it provides data on how individuals understand a spoken message in daily situations[3], which are generally associated with the presence of competitive noise. When presented with speech and competitive noise at the same time, even normal listeners often have greater difficulty hearing and understanding it [4]. These difficulties arise because several auditory channels are required to obtain speech recognition during the assessment process with noise, suggesting that more detailed sensory information is necessary in difficult-to-hear situations [5].

Assessment of speech perception is important in establishing the relationship between hearing range, using information obtained from audiological diagnostic procedures, and hearing performance, which is related to how the individual is developing functionally. For good speech perception, joint action of the auditory system is required. This involves the outer, middle and inner ear, cranial nerve VIII, the retrocochlear portion and the central nervous system [6].

During audiological assessment, speech comprehension difficulties can only really be observed with speech stimuli that represent a communicative situation[7], thereby providing important information on the capacity of the individual to recognize words in noisy environments [3,8].

The conventional tests used to assess language comprehension are a microscopic view of auditory function[2,9], and speech recognition evaluation in the presence of noise would be a more realistic way of assessing hearing [10,11].

Otoacoustic emission (OAEs) testing is a relatively simple, fast and non-invasive objective method. OAEs are defined as the release of sound energy from the inner ear when the cochlea is stimulated, reaching the external auditory canal. Sound waves are captured by a small probe introduced in to this canal.

Their discovery contributed substantially to the creation of a new concept regarding the function of the cochlea, demonstrating that they are able not only to receive sounds, but also to produce acoustic energy [12]. This phenomenon is related to cochlear micromechanics, and it is suggested that when OAEs are generated in the

cochlea, there is a mechanically active component coupled to the basilar membrane through which the reverse process of sound energy transduction occurs [13]. This property has recently been attributed to outer hair cells (OHC), and is controlled by efferent auditory pathways.

Suppression is characterized by a decrease in both the amplitude and peak phase of the emission. Test-retest comparison shows that the suppressive effects are repetitive and that suppressing OAEs is clinically useful in assessing and managing peripheral and central hearing loss[14]. Medial efferent fibers may inhibit this active contractile component of OHC, regulating low contractions with attenuation of rapid contractions, thereby decreasing the amplitude of OAEs, when they are affected by electrical, chemical or noise stimulation[15].

The frequent complaints of speech recognition difficulties, primarily in noisy environments, even in those considered normal listeners from the quantitative standpoint, as well as discoveries of the active role of the cochlea, specifically OHC, are sufficient to prompt the investigation of new methods that can be used to help stimulate the structures responsible for speech recognition in situations of competitive noise.

## **2. Otoacoustic emissions, suppression and auditory pathways**

Auditory perception occurs in three stages: a physical stimulus; a set of events through which a stimulus is transduced into a message of nerve impulses and a response to the message, frequently as perception or internal representation of sensations [16].

Sound is perceived through pressure waves, where this physical stimulus is transformed into an electrochemical stimulus, making it possible to convert auditory information into meaning. Part of our ability to make all this coherent owes to the fact that we develop models of what we expect to hear: phonemes, words, music, etc [17].

Otoacoustic emissions (OAEs) are sounds created within the cochlea, both spontaneously or as a response to acoustic stimulation [18]. OAEs tests are used as an objective, noninvasive assessment of the first stages of sound processing, at the biomechanical activity level of the OHC [19,20].

The olivocochlear bundle, the best known circuit in the efferent system, includes the medial and lateral tracts [21]. The lateral tract is composed of non-myelinated fibers that terminate at the inner hair cells (IHC), located in the cochlea; and the medial tract consists of myelinated fibers that originate in the area around the medial superior olive connected to the OHC.

Although the role of the olivocochlear bundle in hearing performance has not been fully explained, some functions have been attributed to the medial efferent system: location of the sound source, auditory attention, improved hearing

sensitivity, enhanced acoustic signal detection in the presence of noise as well as a protective function [22]. Moreover, stimulating the efferent olivocochlear bundle decreases the neural response of the cochlea and auditory nerve [23].

Objective noninvasive methods can be used to assess the efferent auditory system, such as OAEs suppression and obtaining an acoustic reflex [24]. OAEs suppression occurs when noise is applied contralaterally, ipsilaterally or bilaterally to the ear examined, assessing the activity of the medial olivocochlear efferent system [25].

Attenuating OAEs responses in the presence of contralateral, ipsilateral or binaural noise occurs due to the action of medial olivocochlear tract fibers, via synapses in the OHC [26]. Competitive noise has an inhibitory effect on the functioning of the OHC of the cochlea, resulting in decreased OAEs levels. The presence of this effect, called OAEs suppression, in normal listeners shows the involvement of the medial olivocochlear system in the suppression of emissions [27,28] and is not related to the presence of artefacts, interaural attenuation or the effect of the middle ear [27].

Studies demonstrate a relationship between the population with speech recognition difficulties in noisy environments and the action of the medial olivocochlear efferent system. It has also been reported that this population exhibits less or no OAEs suppression, suggesting a decline in the inhibitory effect of the efferent system [29,30].

The cerebral cortex can exert a direct or indirect effect on sound processing, primarily via the superior olivary complex, thereby contributing to central auditory skills, such as speech recognition in noise [31].

With respect to the study of acoustic reflex, a number of investigations have found that the acoustic reflex threshold, captured at between 70 and 90 dB NS, can be reduced by a high-frequency facilitating stimulus presented before or simultaneously to a pure-tone activator of the reflex, characterizing a sensitization process [32]. This process is similar to the effect of OAEs suppression, given that a suppressor stimulus reduces the range of responses.

Electrical stimulus of the olivocochlear efferent tract is capable of attenuating afferent auditory activity in the cochlea. Some efferent fibers exert spontaneous activity while others enter into activity after sound stimulation, suggesting a feedback system. This mechanism suggests that the olivocochlear efferent pathway plays an important role in discriminating messages in the presence of competitive noise [23].

## 2.1 Speech discrimination in noise X familiar speech

Although the ability to understand speech in noise is one of the functions attributed to the efferent auditory system, other anatomic structures are also involved, such as reticular formation. Evidence suggests that when the ascending reticular activating system is stimulated, the cortex becomes more alert and attentive. Thus, the system reacts better to an important stimulus than a non-important one. This may be one of the mechanisms involved in selective attention and the ability to hear in the presence of noise [33].

Studies describe the central auditory pathway as a flexible processing structure in which the descending feedback pathways play an important short and long-term role in adaptive plasticity. These findings confirm the relationship between the efferent auditory system and auditory training in the presence of speech in noise [34].

Efferent auditory system activity, in terms of the medial olivocochlear system, has been implicated in the perception of speech in noise, in both children [35] and adults [36]. Therefore, it is necessary to investigate whether this system also plays a role in a training-induced improvement of speech perception in noise.

According to a cognitive model of voice perception in the analysis of the primary auditory cortex, vocal information is processed in three pathways that partially interact: (I) discourse analysis, preferentially in the left hemisphere, (II) vocal analysis of affective information, predominantly in the right hemisphere, (III) vocal identity analysis, involving voice recognition and semantic knowledge related to the individual, also predominant in the right hemisphere [37]. From this standpoint, different levels of cognition and awareness contribute to the analysis of auditory stimulus.

For familiar voice stimuli there is strong desynchronization in the right hemisphere [38]. In line with this viewpoint, the study demonstrated that because of their biographic and emotional relevance, familiar voices are able to increase the level of cortical responses.

## 2.2 New findings

In order to assess the effect of TEOAEs suppression in normal listeners in the presence of different suppressor stimuli, a pilot study was conducted to illustrate recent literature findings and as a precursor to a more extensive investigation, assessing eight individuals with no auditory complaints, 5 women (62.5%) and three men (37.5%), aged between 22 and 26 years (mean = 24.12). A total of 16 ears were analyzed [39].

TEOAEs were measured by an ILO otoemitter, whereas suppressor stimuli, pure tones (dB SL) and speech stimuli (dB SPL) were emitted by a duly calibrated AC 40 audiometer. All the measurements were made three consecutive times, in order to calculate the average of the three, thereby increasing the reliability of the results.



TEOAEs were initially measured bilaterally. Next, TEOAEs suppression measures were recorded using white noise as suppressor stimulus with an intensity of 60 dB above the speech recognition threshold (SRT) of the individual. Next, the same measurement was taken, using a pure tone modulated at a frequency of 1000 Hz at 65 dB in the ear contralateral to the suppressor noise. Auditory training, consisting of three stages, was then conducted, as follows:

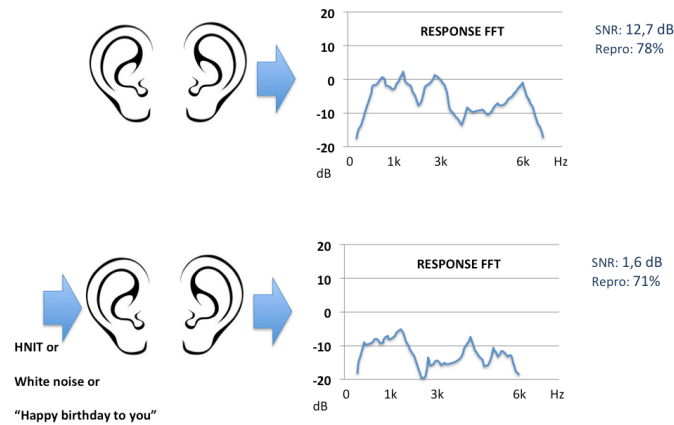
1. Presentation of stimuli emitted at a fixed intensity of 50 dB NS, at 500 and 1000 Hz and 1000 and 4000 Hz, without the presence of noise, with the aim of instructing the participant on identifying the reference stimulus at a frequency of 1000Hz. The participant was asked to state whether the stimuli were equal or different.
2. Emission of the same pairs of stimuli, at a fixed intensity of 60 dB NS, with the presence of white noise at an intensity of 30 dB SPL/SL above the SRT. Next, the participant stated whether the stimuli were equal or different.
3. The stimulus at a frequency of 1000 Hz was randomly presented three times in a short period of time, at a fixed intensity of 75 dB NS, with the presence of white noise at an intensity of 55 dB SPL/SL. The participants were instructed to identify each stimulus by raising their hand.

After auditory training, three measurements were taken to determine the effect of suppression using white noise at 60 dB above the SRT simultaneously to presenting the pure tone at 65 dB also in the contralateral ear, in order to analyze the amplitude of TEOAEs with a pure tone stimulus at 1000 Hz after training.

Next, the effect of suppression was measured in the presence of balanced sentences from the HINT protocol, emitted by standard speech as suppressor noise. The effect of suppression was then measured, now in the presence of reverse sentences from the HINT protocol as suppressor noise.

Next, the effect of suppression was measured in the presence of white noise and the same balanced sentence from the HINT protocol, emitted now using speech familiar to the research subject. The sentence was emitted orally by the subject's mother or sister using an AC 40 audiometer. The same occurred with the ensuing measurements, where the reverse sentence from the HINT protocol was emitted using familiar speech.

Finally, the effect of suppressing TEOAEs was measured, using the "Happy Birthday" song emitted using familiar speech as suppressor noise, as show figure 1. All the speech stimuli as suppressor noise were emitted at an intensity of 60 dB above the speech reception threshold (SRT) of each participant.



According to analyses, the t-test showed a suppression effect at all the frequencies tested in all the individuals. However, when TEOAEs and suppression values were compared, a statistically significant difference was observed only for frequencies of 1000 and 1500 Hz ( $p < 0.01$ ), as shown in table 1.

TEOAEs *	Mean (dB)	Standard deviations (dB)	P-values
1000Hz	12.72	6.84	.000
1000Hz + white noise	0.14	7.49	
1500Hz	15.30	6.02	.000
1500Hz + white noise	4.50	9.30	
2000Hz	9.92	5.25	.392
2000Hz + white noise	9.04	5.99	
3000Hz	7.70	6.04	.468
3000Hz + white noise	7.31	6.23	
4000Hz	6.82	5.48	.182
4000Hz + white noise	6.18	5.51	

Table 1 - Transient evoked otoacoustic emissions and the effects of suppressing these emissions in the presence of white noise.

Comparison between TEOAEs and the effect of suppression using a pure-tone at 1000 Hz shows a statistical significance also for frequencies of 1000 and 1500 Hz ( $p < 0.01$ ), as demonstrated in table 2.

TEOAEs *	Mean (dB)	Standard deviations (dB)	P-values
1000Hz	12.72	6.84	.000
1000Hz + white noise + 1000Hz	-1.07	6.16	
1500Hz	15.30	6.02	.000
1500Hz + white noise + 1000Hz	5.61	5.86	
2000Hz	9.92	5.25	.316
2000Hz + white noise + 1000Hz	9.30	5.63	
3000Hz	7.70	6.04	.742
3000Hz + white noise + 1000Hz	7.84	6.51	
4000Hz	6.82	5.48	.379
4000Hz + white noise + 1000Hz	6.43	5.52	

Table 2 - Transient evoked otoacoustic emissions and the effects of suppressing these emissions in the presence of white noise and pure-tone at a frequency of 1000 Hz before auditory training.

When the mean suppression values were compared using the balanced HINT sentence, the t-test showed a statistically significant decline in the amplitude of TEOAEs at frequencies of 1000 and 1500 Hz [table 3].

TEOAEs *	Mean (dB)	Standard deviations (dB)	P-values
1000Hz	12.72	6.84	.004
1000Hz + standard speech_HINT	7.40	6.45	
1500Hz	15.30	6.02	.007
1500Hz + standard speech_HINT	11.12	6.88	
2000Hz	9.92	5.25	.105
2000Hz + standard speech_HINT	8.06	6.09	
3000Hz	7.70	6.04	.824
3000Hz + standard speech_HINT	7.56	6.14	
4000Hz	6.82	5.50	.340
4000Hz + standard speech_HINT	6.30	5.92	

Table 3 - Transient evoked otoacoustic emissions compared to the effect of suppressing these emissions in the presence of the normal balanced HINT sentence emitted in standard speech.

It was also found that the suppression amplitude, using the normal balanced HINT sentence, was much greater than the mean suppression values using white noise. There was a statistically significant difference for the frequencies of 1000 and 1500Hz [table 4].

TEOAEs *	Mean (dB)	Standard deviations (dB)	P-values
1000Hz + white noise	0.13	7.48	.008
1000Hz + standard speech_HINT	7.40	6.45	
1500Hz + white noise	4.50	9.30	.017
1500Hz + standard speech_HINT	11.12	6.88	
2000Hz + white noise	9.04	5.98	.278
2000Hz + standard speech_HINT	8.06	6.09	
3000Hz + white noise	7.31	6.23	.542
3000Hz + standard speech_HINT	7.56	6.14	
4000Hz + white noise	6.18	5.51	.815
4000Hz + standard speech_HINT	6.30	5.92	

Table 4 - Effect of suppressing otoacoustic emissions by transient stimulus in the presence of white noise compared to suppression using the normal balanced HINT sentence emitted with standard speech as suppressor noise.

There was also a decrease in the suppressor effect of the “happy birthday” song compared to the normal balanced HINT sentence using standard speech. In this case, a statistically significant difference was observed only at a frequency of 1000 Hz [table 5].

TEOAEs *	Mean (dB)	Standard deviations (dB)	P-values
1000Hz + standard speech_HINT	7.40	6.45	.038
1000Hz + happy birthday	4.13	7.92	
1500Hz + standard speech_HINT	11.12	6.88	.489
1500Hz + happy birthday	9.87	8.27	
2000Hz + standard speech_HINT	8.06	6.09	.579

2000Hz + happy birthday	7.17	7.22	
3000Hz + standard speech_HINT	8.14	6.34	.285
3000Hz + happy birthday	7.13	6.37	
4000Hz + standard speech_HINT	6.53	6.11	.781
4000Hz + happy birthday	6.65	5.40	

Table 5 - Effect of suppressing otoacoustic emissions by transient stimulus in the presence of standard speech compared to using the "happy birthday" song as suppressor noise.

The present study showed that all the statistically significant suppression results occurred at frequencies of 1000 and 1500Hz. Other studies have demonstrated that the suppression effect occurs at specific frequencies [28,40]. A study conducted in adults with normal hearing thresholds and no auditory complaints found that frequencies of 1000 Hz and 2000 Hz exhibited a greater suppression effect [41]. Another study analyzed the effect of contralateral noise and a complete lesion of the olivocochlear system on the action potentials of the auditory nerve in cats, showing that contralateral noise decreased the action potential of the auditory nerve, and that the section of this system overrides the inhibitory effect of the nerve [42]. In this study, the highest inhibition values were found at frequencies of 1000 and 2000 Hz. Other studies have confirmed that the suppression effect is more effective at low frequencies, despite the fact that the olivocochlear bundle is thicker in the basal portion of the cochlea [43,44].

The results of stimuli before and after auditory training show no statistically significant differences for the frequencies tested. However, a study that investigated the involvement of the medial olivocochlear system in perceptual learning found a significant improvement in responses and olivocochlear system activity after 5-day auditory training with sixteen normal listeners, using a phonemic discrimination task, when compared to a control group [34]. Other studies demonstrated growing evidence that the adult auditory cortex is a dynamic and adaptive processing center. This has been shown in auditory perceptual learning studies, in which long-lasting neuronal changes were observed in the auditory cortex of animals [45,46] and human beings [47,48] after intensive auditory training.

Comparison between the suppression effect using white noise and that using a normal balanced HINT sentence demonstrated that suppression amplitude using the spoken sentence in the contralateral ear was far greater than the mean suppression values using white noise. This finding is possibly explained by the fact that speech demands more attention, albeit unconsciously, from the individual. This corroborates a study conducted with normal listeners, who were asked to detect sounds at a particular frequency in the contralateral ear simultaneous to the presence of background noise [49]. It was concluded that contralateral suppression of OAEs was greater when attention was directed to the contralateral ear. Another study analyzed the suppression effect in adult women in four situations: 1. With no contralateral stimulation; 2. With contralateral stimulation at 60 dB SPL; 3. with contralateral stimulation at 60 dB SPL and words simultaneously emitted in the test ear, and the

patient required to recognize the semantic field of these words; and 4, identical to situation 3, without having to recognize the words. The authors observed that the effect of suppression was higher in situation 3 and 4, in which more attention to speech was required, concluding that the cortical structures controlled efferent activity in the auditory system, primarily in situations involving the use of the speech spectrum [50]. A comparison between speech suppression using a standard sentence and the "happy birthday" song revealed that the suppression effect was lower with the song, possibly because it involved automatic predictable speech, given that the song is universally known. In this case, attention to the suppressor stimulus was lower, causing fewer changes in cochlear activity and a smaller reduction in OAEs amplitude. However, to confirm this hypothesis, more research using speech as suppressor stimulus is needed, since we found no studies along these lines. Another study aimed at determining the best conditions to assess the efferent auditory system. The authors assessed 11 adults with normal thresholds, using three suppressor stimuli: clicks, narrow band noise and pure tones. It was found that the click and pure-tone stimuli were the most and least effective suppressors, respectively [47]. Speech, however, was not considered.

The authors concluded that suppressing TEOAEs in normal listeners is more effective at low frequencies, specifically at 1000 and 1500 Hz. Moreover, the efferent activity of the auditory system is more efficient when suppression involves a speech stimulus, compared to white noise, which has no significant effect. The efferent auditory system is more alert and attentive to standard speech stimuli, but less efficient when this speech is automatic.[39]

### 2.2.1 Personal experience regarding the present study

The experience of conducting this study was very rewarding and indeed resulted in important findings for a more detailed investigation. For example, a reasonable variability was observed in TEOAEs amplitudes, regardless of the presence of a suppressor stimulus using the same testing standards (same ear, same professional, same acoustic environment, etc). This variability was observed when the tests were repeated. To minimize this problem, the tests were repeated three times and the average computed. However, future studies will involve five repetitions to decrease variability and provide even more consistency. Furthermore, post-training results were not statistically significant, possibly due to the short duration. Data in the literature suggest the need for more robust training that can guarantee better learning on the test, in order to be able to observe differences [34,45,46,47,48].

## 3. Final considerations

Given that the ability to recognize speech is one of the most important measurable aspects of auditory function, the tests used in clinical practice are of the utmost importance for audiological diagnosis.

Studies that allow more thorough assessment of individuals with speech comprehension difficulties in noise should be encouraged, since understanding the entire mechanism involved in this dynamic, from sound detection to comprehension, will make it possible to standardize auditory tests and design therapies for specific stimulations.

### 3. Glossary

dB – Decibels

dB SPL - Decibels of sound pressure level

dB SL - Decibels of sound sensation level

dB NB – Decibels narrow band

OHC - Outer hair cells

HINT - Hearing in test noise

Hz - Hertz

IHC - Inner hair cells

OAEs - Otoacoustic emissions

TEOAEs - Transient evoked otoacoustic emissions

#### 4. References

- [1] Gama MR. Percepção de fala: uma proposta de avaliação qualitativa. 1st ed. São Paulo. Pancast:1994.
- [2] Caporali SA, Silva JA da. Reconhecimento de fala no ruído em jovens e idosos com perda auditiva. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2004;**70**(1):525-32.
- [3] Theunissen M, Swanepoel DW, Hanekom J. Sentence recognition in noise: Variables in compilation and interpretation of tests. *Int J Audiol.* 2009;**48**:743-57.
- [4] Cóser PL, Costa MJ, Cóser MJS, Fukuda Y. Reconhecimento de sentenças no silêncio e no ruído em indivíduos portadores de perda auditiva. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2000;**66**(4):362-70.
- [5] Ziegler JC, Catherine P, George F, Lorenzi C. Speech perception in noise deficits in dyslexia. *Dev Sci.* 2009;**12**(5):732-45.
- [6] Danieli F, Bevilacqua MC. Reconhecimento de fala em crianças usuárias de implante coclear utilizando dois diferentes processadores de fala. *Audiology Communication Research.* 2013; 18(1): 17-23.
- [7] Freitas CD, Lopes LF, Costa MJ. Confiabilidade dos limiares de reconhecimento de sentenças no silêncio e no ruído. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2005;**71**(5):624-30.
- [8] Grose JH, Mamo SK, Hall . Age effects in temporal envelope processing: speech unmasking and auditory steady state responses. *Ear Hear.* 2009;**30**(5):568-75.
- [9] Corrêa GF, Russo ICP. Autopercepção do handicap em deficientes auditivos adultos e idosos. *Rev Cefac.* 1999;**1**(1):54-63.
- [10] Duarte VG. O efeito do ruído na percepção de fala de indivíduos ouvintes jovens e idosos [thesis]. São Paulo:PontíficaUniversidadeCatólica de São Paulo; 1998.
- [11] Pichora-Fuller MK, Souza PE. Effects of aging on auditory processing of speech. *Int J Audiol.* 2003;**42**(Suppl 2):11-6.
- [12] Castor X, Veuillet E, Morgon A, Collet L. Influence of aging on active cochlear micromechanical properties and on the medial olivocochlear system in humans. *Hear Res.* 1994; 77(1-2):1-8.
- [13] Lim DJ. Functional structure of the organ of Corti: a review. *Hear Res.* 1986;**22**:117-46.
- [14] Hood LJ, Berlin CI, Hurley A, Cecola RP, Bell B. Contralateral suppression of transient-evoked otoacoustic emissions in humans: intensity effects. *Hear Res.* 1996; 101(1-2):113-8.
- [15] Berlin CI, Hood LJ, Wen H, Szabo P, Cecola RP, Rigby P, Jackson DF. Contralateral suppression of non-linear click-evoked otoacoustic emissions. *Hear Res.* 1993;**71**(1-2):1-11.
- [16] Kandel ER, Schwartz JH, Jessel TM. Fundamentos da neurociência e do comportamento. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1997.
- [17] Ratey JJ. Como aumentar a saúde, agilidade e longevidade de nossos cérebros através das mais recentes descobertas científicas. In: . O cérebro - um guia para o usuário. 1st ed. Rio de Janeiro. Objetiva:2002.



- [18] Norton SJ, Stover LJ. Baltimore, editor. Otoacoustic emissions: An emerging tool. In: Handbook of clinical audiology. 4th ed. William and Willians:1994.
- [19] Lonsbury-Martin BL, Martin GK, McCoy MJ, Whitehead ML. New approaches to the evaluation of the auditory system and a current analysis of otoacoustic emissions. *Otolaryngol Neck Surg.* 1995;**112**(1):50-63.
- [20] Campos U de P, Sanches SG, Hatzopoulos S, Carvalho RMM, Kochanek K, Skarzynski H. Alteration of distortion product otoacoustic emission input-output functions in subjects with a previous history of middle ear dysfunction. *Med Sci.* 2012;**18**(4):27-31.
- [21] Warr WB. Efferent components of the auditory system. *Ann OtoRhinoLaryngol.* 1980;**89**(5 Pt 2):114-20.
- [22] Bruel MLF, Sanches TG, Bento R. Vias auditivas eferentes e seu papel no sistema auditivo. *ArqOtorrinolaringol.* 2001;**5**(2):62-7.
- [23] Galambos R. Suppression of auditory nerve activity by stimulation of efferent fibers to cochlea. *J Neurophysiol.* 1955;**19**(5):424-37.
- [24] Burguetti FAR. Supressão das emissões otoacústicas e sensibilização do reflexo acústico no distúrbio de processamento auditivo [thesis]. Universidade de São Paulo:2006.
- [25] Grataloup C, Hoen M, Veuille E, Collet L, Pellegrino F, Meunier F. Speech restoration: an interactive process. *J speech, Lang HearRes.* 2009;**52**(4):827-38.
- [26] Guinan JJ, Backus BC, Lilaonitkul W, Aharonson V. Medial olivocochlear efferent reflex in humans: otoacoustic emission (OAE) measurement issues and the advantages of stimulus frequency OAEs. *J Assoc Res Otoralyngol.* 2003;**4**(4):521-40.
- [27] Collet L, Kemp DT, Veuille E, Duclaux R, Moulin A, Morgon A. Effect of contralateral auditory stimuli on active cochlear micromechanical properties in human subjects. *Hear Res.* 1990;**43**(2-3):251-61.
- [28] Veuille E, Collet L, Duclaux R. Effect of contralateral acoustic stimulation on active cochlear micromechanical properties in human subjects: dependence on stimulus variables. *J Neurophysiol.* 1991;**65**(3):724-35.
- [29] Muchnika C, Roth DAE, Othman-Jebara R, Putter-Katz H, Shabtai EL, Hildesheimer M. Reduced medial olivocochlear bundle system function in children with auditory processing disorders. *AudiolNeuro-Otology.* 2004;**9**(2):107-14.
- [30] Sanches SGG, Carvalho RM. Contralateral suppression of transient evoked otoacoustic emissions in children with auditory processing disorder. *AudiolNeurotol.* 2006;**11**(6):366-72.
- [31] Khalfa S, Bougeard R, Morand N, Veuille E, Isnard J, Guenot M, et al. Evidence of peripheral auditory activity modulation by the auditory cortex in humans. *Neuroscience.* 2001;**104**(2):347-58.
- [32] Kumar A, Barman A. Effect of efferent-induced changes on acoustical reflex. *J Audiol.* 2002;**41**(2):144-7.

- [33] Musiek FE, Oxholm VB. Anatomy and physiology of the central auditory nervous system: a clinical perspective. In: *Audiology: Diagnosis*. New York: Thieme Medical Publishers; 2000. p. 47-71.
- [34] Boer J de, Thornton ARD. Neural correlates of perceptual learning in the auditory brainstem: efferent activity predicts and reflects improvement at a speech-in-noise discrimination task. *J Neurosci*. 2008;**28**(19):4929-37.
- [35] Kumar UA, Vanaja CS. Functioning of olivocochlear bundle and speech perception in noise. *Ear Hear*. 2004;**25**(2):142-6.
- [36] Giraud AL, Garnier S, Micheyl C, Lina G, Chays A, Chéry-Croze S. Auditory efferents involved in speech-in-noise intelligibility. *Neuroreport*. 1997;**8**(7):1779-83.
- [37] Samson F, Zeffiro TA, Toussaint A, Belin P. Stimulus complexity and categorical effects in human auditory cortex: An activation likelihood estimation meta-analysis. *Front Psychol*. 2011;**JAN**(1):241.
- [38] Giudice R, Lechinger J, Wislowska M, Heib DPJ, Hoedlmoser K, Schabus M. Oscillatory brain responses to own names uttered by unfamiliar and familiar voices. *Brain Res*. 2014;**DEC 3**(1591):63-73.
- [39] Peixoto GO, Menezes PL, Oliveira MFF, Andrade KCL. O efeito da supressão das emissões otoacústicas na presecção de estímulos tom puro pré e pós treino auditivo e de estímulos de fala. In: *Encontro Internacional de Audiologia*; São Paulo. 2016. p. 3630.
- [40] Collet L, Moulin A, Morlet T, Giraud AL, Micheyl C, Chery-Croze S. Contralateral auditory stimulation and otoacoustic emissions: a review of basic data in humans. *Br J Audiol*. 1994;**28**:213-8.
- [41] Lautenschlager L, Tochetto T, Costa MJ. Reconhecimento de fala em presença de ruído e suas relações com a supressão das emissões otoacústicas e o reflexo acústico. *Brazilian J Otorhinolaryngol*. 2011;**77**(1):115-20.
- [42] Warren EH, Liberman MC. Effects os contralateral sound on auditory-nerve responses. I. Contributions of cochlear efferents. *Hear Res*. 1989;**37**(2):89-104.
- [43] Gorga MP, Neely ST, Dorn PA, Konrad-Martin D. The use of distortion product otoacoustic emission suppression as an estimate of response growth. *J AcoustSoc Am*. 2002;**111**(1):271-84.
- [44] Gorga MP, Neely ST, Dierking DM, Kopun J, Jolkowski K, Groenenboom K, et al. Low-frequency and high-frequency distortion product otoacoustic emission suppression in humans. *J AcoustSoc Am*. 2008;**123**(4):2172-90.
- [45] Bao S, Chang EF, Woods J, Merzenich MM. Temporal plasticity in the primary auditory cortex induced by operant perceptual learning. *Nat Neurosci*. 2004;**7**(9):974-81.
- [46] Polley DB, Steinberg EE, Merzenich MM. Perceptual learning directs auditory cortical map reorganization through top-down influences. *J Neurosci*. 2006;**26**(18):4970-82.
- [47] Alain C, Snyder JS, He Y, Reinke KS. Changes in auditory cortex parallel rapid perceptual learning. *Cereb Cortex*. 2007;**17**(5):1074-84.

- [48] Wassenhove V Van, Nagarajan SS. Auditory cortical plasticity in learning to discriminate modulation rate. *J Neurosci*. 2007;**27**(10):2663-72.
- [49] Maison S, Micheyl C, Collet L. Influence of focused auditory attention on cochlear activity in humans. *Psychophysiology*. 2001;**38**(1):35-40.
- [50] Garinis AC, Glattke T, Cone BK. The MOC reflex during active listening to speech. *J Speech Lang Hear Res*. 2011;**54**(5):1464-76.

## 5. ARTIGOS

Neste capítulo serão descritos os artigos originais intitulados “O efeito de supressão das emissões otoacústicas na presença de diferentes estímulos” e “O estudo do reconhecimento de fala familiar na presença de ruído competitivo”. O primeiro artigo, em sua versão na língua inglesa, foi submetido à revista *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* (Anexo C), fator de impacto 1,77, de acordo com o *Journal Citation Reports*® de 2016. O segundo artigo foi submetido à revista *Plos One* (Anexo D), Qualis A1 para a área de Biotecnologia e fator de impacto 3,54, de acordo com o *Journal Citation Reports*® de 2016.

### 5.1 Artigo 1

Após os estudos preliminares que resultaram na publicação do capítulo de livro apresentado anteriormente, definiu-se um novo roteiro metodológico com o objetivo de comparar, mais especificamente e de maneira mais aprofundada, o efeito de supressão das EOATs em ouvintes normais na presença de diferentes estímulos supressores. Para isto, foram utilizados três estímulos supressores: o ruído branco, estímulo largamente utilizado em estudos para este fim; sentenças balanceadas do protocolo HINT – Brasil, como objetivo de simular ambientes reais do cotidiano das pessoas; e o canto “Parabéns para você”, com a ideia de observar o efeito de supressão das EOATs diante de um estímulo de fala cantado e previsível, uma vez que se caracteriza como uma música mundialmente conhecida. Caracterizou-se como um estudo analítico observacional transversal e a amostra foi composta por 15 participantes de ambos os sexos com faixa etária entre 20 a 37 anos. A análise dos resultados foi realizada por orelha, totalizando 30 orelhas.

Este artigo representa, no contexto da tese, o início do aprofundamento da fisiologia auditiva envolvida nos mecanismos de discriminação da fala na presença de ruído.

### 5.1.1 The Effect of Otoacoustic Emission Suppression in the Presence of Different Stimuli

Kelly C. L. de Andrade<sup>1\*</sup>, Ana C. F. Frizzo<sup>2</sup>, Camila D. F. Silva<sup>1</sup>, Aline T. L. Carnaúba<sup>1</sup>,  
Klinger V. T. Costa<sup>3</sup>, Pedro L. Menezes<sup>1,3</sup>

1. Department of Audiology, State University of Health Sciences of Alagoas, Maceió, Alagoas, Brazil
2. Department of Audiology, State University of São Paulo Julio de Mesquita Filho, Marília, São Paulo, Brazil
3. Postgraduate Department in Health Research, Cesmac University Center, Maceió, Alagoas, Brazil

**\*Corresponding author:**

Kelly Cristina Lira de Andrade

St. Dr. Jorge de Lima, 113. Trapiche da barra. Maceió, Alagoas, Brazil.

Post Code: 57010-300. Phone: +55 82 99980 8986

E-mail: [kellyclandrade@gmail.com](mailto:kellyclandrade@gmail.com)

## Abstract

**Purpose:** Compare the effect of suppressing transient-evoked otoacoustic emissions in normal hearers in the presence of different suppressor stimuli. **Method:** Analytical cross-sectional study conducted at a public institution in the city of Maceió, Alagoas state, Brazil. The sample was composed of 15 subjects of both sexes, aged between 20 and 37 years. Analysis was carried out by ear, totaling 30 ears. The following procedures were adopted: recording of transient-evoked otoacoustic emissions, white noise suppression with balanced sentences from the Hearing in Noise Test (HINT) protocol for Brazil, and the “happy birthday to you” song. **Results:** All the stimuli used suppressed otoacoustic emission responses at a frequency of 1 kHz when compared to otoacoustic emission responses with no suppressor stimulus. Analysis of otoacoustic emissions by suppressor stimuli revealed statistical significance between white noise and the HINT - Brazil sentences and between white noise and the “happy birthday to you” song ( $p < 0.05$ ). **Conclusion:** All the stimuli used were able to suppress otoacoustic emissions at 1 kHz. Moreover, greater speech stimulus suppression was observed when compared to white noise, also at 1 kHz.

**Keywords:** suppression, efferent pathways, noise.

## The Effect of Otoacoustic Emission Suppression in the Presence of Different Stimuli

The auditory system consists of afferent and efferent auditory pathways that act in synchrony. The olivocochlear bundle is the best-known circuit in the efferent system, which includes the lateral and medial tracts. The lateral tract is composed of non-myelinated and non-crossed fibers that terminate at the inner hair cells (IHC), located in the cochlea. The medial tract consists of myelinated fibers that originate in the area surrounding the medial superior olive, which is connected to the outer hair cells (OHC) (War, 1980; Burgueti & Carvallo, 2007).

Although the role of the olivocochlear bundle in auditory performance is not fully understood, some of its functions have been attributed to the medial olivocochlear system, namely, location of the sound source, auditory attention, improved auditory sensitivity, improved detection of acoustic signals in the presence of noise, and protection (Hill, Prasher, & Luxon, 1997; Bruel, Sanchez & Bento, 2001; Hood, & Berlin, 2001). Moreover, stimulation of the efferent olivocochlear bundle causes a decline in the neural response of the cochlea and auditory nerve (Galambos, 1956).

The efferent auditory pathway can be activated in human beings using two objective non-invasive methods: studying the acoustic reflexes and otoacoustic emission suppression (OAE) (Hood, 1989).

Acoustic reflex thresholds can be used to assess the role of the efferent pathway in controlling the mechanical state of the middle ear, and obtain information on the auditory pathways at brainstem level. The functional significance of sensitizing the acoustic reflex would be to improve the noise signal in complex auditory conditions by attenuating low frequencies (Jeck, Ruth, & Schoeny, 1983; Andrade et al., 2011).

The suppression of OAEs involves attenuating their responses in the presence of noise contra, ipsi or bilateral to the examined ear via medial olivocochlear tract fibers and synapses in the OHC, thereby reducing the gain in cochlear amplification and lessening cochlear membrane movement (Guinan, Backus, & Lilaonitkul Aharonson, 2003). Competitive noise exerts an inhibitory effect on OHC function in the cochlea, resulting in a decline in OAE levels. The presence of this effect in normal hearers demonstrates the involvement of the medial olivocochlear system in OAE suppression (Collet et al., 1990; Veuille, Collet, & Duclaux, 1991).

Studies demonstrate a relationship between individuals who have difficulty understanding speech in noisy environments and the action of the medial olivocochlear efferent system, in addition to showing that this population displays less or no OAE suppression, suggesting a decline in the inhibitory effect of the efferent system (Muchnik et al., 2004; Sanches & Carvallo, 2006).

Khalfa et al (2001) state that the cerebral cortex may exert a direct or indirect function in sound processing, primarily via the superior olivary complex, and could contribute to improving central auditory skills, such as speech comprehension in noise.

Electrical stimulation of the efferent olivocochlear tract can attenuate afferent auditory activity in the cochlea. Some efferent fibers exhibit spontaneous activity and others become active after sound stimulation, suggesting a feedback system. This mechanism indicates that the olivocochlear efferent system plays an important role in discriminating a message in the presence of competitive noise (Galambos, 1956).

Given that the medial olivocochlear efferent system is related to auditory processing in auditory discrimination tasks, high-frequency selectivity and speech frequency intelligibility, primarily in noisy environments (Henin, 2014), the aim of the present study was to compare



the effect of suppressing transient-evoked otoacoustic emissions (TEOAEs) in normal hearers in the presence of different suppressor stimuli.

## **Method**

This analytical cross-sectional study was conducted with individuals of both sexes at the Specialized Rehabilitation Center (CER III) at a public University in Alagoas State Brazil and approved by the Institutional Ethics Committee (protocol no. 47459715.8.0000.5011).

The sample was composed of 15 participants, 14 (93%) women and one (6.7%) man, selected by spontaneous demand after dissemination of the experiment. Assessments and analyses of results were conducted by ear, resulting in the study of 30 ears. The age of the subjects ranged from 20 to 37 years (mean age of 25.3 years and standard deviation of 5.45 years) and all participants gave their informed consent.

The following inclusion criteria were adopted: age between 20 and 40 years, normal hearing, absence of complaints, history or diagnosis of otologic, neurological and/or psychiatric changes and agreement to sign the informed consent form. Excluded from the study were individuals with any changes in the outer ear and/or poor middle ear functioning; alterations in tympanometry; absence of acoustic reflexes; absence of TEOAEs and suppression effect; ear surgeries; more than three ear infections in the current year; use of ototoxic medication; diagnosis of auditory neuropathy spectrum syndrome; tinnitus, vertigo, dizziness or other cochleovestibular and systemic alterations that could contribute to cochleovestibular diseases, such as diabetes and hypertension, among others.

## **Data collection method**

Before data collection a Brüel & Kjær 2250 sound level analyzer was used to calibrate the output of the earphone used in the tests. To that end, a Brüel & Kjær 4153 artificial ear

was used, with a pre-amplifier and Brüel & Kjær AO-0440-D-015 triaxial signal cable, adjusted with a static force of 4.5N.

In the first step of the study, the procedures to be followed were explained orally to the subjects. Next, a questionnaire was applied (Appendix) to investigate the established inclusion and exclusion criteria, and the final procedures were carried out, as follows:

- Otoscopy to assess the external ear canal and tympanic membrane, using a Heine® mini 3000 otoscope;
- Acoustic immittance testing aimed at selecting subjects with type A tympanograms and acoustic reflexes, conducted using an Interacoustic® AT235 middle ear analyzer;
- Tonal and vocal audiometry in order to identify tonal and vocal auditory thresholds within normal parameters, using an Interacoustics® AD 629 audiometer in an acoustic booth according to S3.1 guidelines of the American National Standard Institute - ANSI (1991). Hearing thresholds were determined applying the psychoacoustic method of limits, using the descending technique, with 10dB steps, and the ascending technique with 5dB steps, to confirm the responses. Octave frequencies between 0.25 and 8 kHz were assessed, including the interoctave frequencies of 3 kHz and 6 kHz;
- Recording of TEOAEs using an Otodynamics® Echocheck Hand Held ILo OAE Screener;
- Recording the effects of TEOAE suppression using white noise as suppressor stimulus and an intensity of 60 dBSL above the speech recognition threshold (SRT) values of the participants;
- Recording the effects of TEOAE suppression using balanced sentences from the Hearing in Noise Test protocol (HINT - Brazil) as suppressor stimuli and an intensity of 60 dBSL above SRT values. Each of the 12 HINT - Brazil lists consists of 20 sentences recorded by a male native speaker. The lists were randomly used and the

sentences emitted via Adobe Audition 2.0 software. The sentences were automatically repeated during the TEOAE recording process. A computer (MacBook Pro<sup>®</sup> 13-inch, Late 2011) was used to send messages to the AD 629 audiometer;

- Recording the effect of TEOAE suppression using the “happy birthday to you” song as suppressor stimulus at an intensity of 60 dBSL above SRT values. The song was also played to participants via the AD 629 audiometer, using a MacBook Pro<sup>®</sup> 13-inch, Late 2011.

All the suppressor stimuli were emitted contralaterally from the AD 629 audiometer, via a duly calibrated DD45 earphone. Before the start of each TEOAE recording step, probe adjustment was tested with the device in the external auditory canal, to ensure its stability. The TEOAEs were captured in the "Quickscreen" mode, using nonlinear click stimuli at 83dB peSPL. The presence of TEOAEs was confirmed when the general response was above 6 dBSPL, with response reproducibility and probe stability of more than 70%.

Participants were instructed to remain still and silent during the entire experiment, in order to avoid displacing the probe in the external ear canal, and to be attentive to the speech stimuli throughout. All TEOAE recordings were conducted three times in an acoustic booth. Each condition was presented randomly. The examiner was outside the booth, recording the responses on a datasheet.

### **Statistical analysis**

Statistical analysis was conducted using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), version 23.0. The data were presented in tables and graphs of the means and standard deviations. Normal distribution was assessed by applying the Shapiro-Wilk test, followed by the two-way ANOVA with Bonferroni post hoc test to compare intragroup TEOAE amplitude responses. The differences were considered significant for p-values < 0.05.

## Results

The distribution of mean auditory thresholds is depicted in Figure 1. The Mann-Whitney U test revealed significant inter-ear differences. The study sample was normally distributed.

<Insert Figure 1>

Two-way ANOVA with the Bonferroni post hoc test, using an isolated analysis of the study variables, showed a statistically significant differences for types of noise ( $p=0.015$ ) frequency bands ( $p<0.01$ ) and when two variables were compared ( $p<0.01$ ). When types of noise were compared, there was a statistically significant difference between silence and HINT – Brazil and between silence and the "happy birthday to you" song ( $p=0.036$ ). With respect to comparisons between frequency bands, there was a statistically significant difference between the 1kHz band and 1.5, 2 and 3 kHz bands ( $p=0.15$ ,  $p<0.01$  and  $p<0.01$ , respectively); between the 2 and 4kHz bands ( $p<0.01$ ) and between the 3 and 4 kHz bands ( $p=0.018$ ).

Table 1 corresponds to the mean TEOAE amplitude values and the effect of TEOAE suppression with white noise as suppressor stimulus. The results were compared showing a statistically significant decrease in TEOAE amplitudes with white noise as the suppressor stimulus for a frequency of 1 kHz.

<Insert Table 1>

Table 2 presents the mean TEOAE amplitude values and the effect of TEOAE suppression with HINT-Brazil sentences as suppressor stimulus. Bonferroni post hoc test

showed a statistically significant decline in TEOAE amplitudes using balanced HINT-Brazil sentences at 1 kHz.

<Insert Table 2>

Table 3 shows the mean TEOAE amplitudes and the effect of suppressing TEOAEs with the “happy birthday to you” song as suppressor stimulus. The statistical test showed a statistically significant decline in TEOAEs when the “happy birthday to you” song was used as suppressor stimulus at 1 kHz.

<Insert Table 3>

Table 4 shows the mean TEOAE suppression values with white noise and HINT-Brazil sentences. Bonferroni post hoc test demonstrated that there was no statistical significance for the frequencies analyzed.

<Insert Table 4>

Table 5 presents the mean TEOAE suppression values with white noise and the “happy birthday to you” song. The statistical test revealed that there was no statistical significance for the frequencies analyzed.

<Insert Table 5>

Table 6 shows the mean TEOAE suppression values with HINT-Brazil sentences and the “happy birthday to you” song. Bonferroni post hoc test indicated that there was no statistical significance for the frequencies analyzed.

<Insert Table 6>

Finally, figure 2 provides a summary of the results obtained, considering the mean TEOAE amplitudes according to their suppressor stimuli, demonstrating that all the suppressor stimuli used were significant at 1 kHz, compared to silence, that is, with a pure recording of TEOAEs.

<Insert Figure 2>

## **Discussion**

### **Discussion of the methods**

The study of the effect of TEOAE suppression to test the inhibition of OHC mechanical activity was based on the results of research that showed a greater reduction in the overall response level of sound emissions with a suppression effect by TEOAEs compared to distortion product otoacoustic emissions (DPOAEs) (Sliwinska-Kowalska & Kotylo, 2002; Collet, Veuillet, Bene, & Morgon, 1992; Geven, Kleine, Free, & Van Dijk, 2011; Mishra & Lutman, 2013). Other studies report that DPOAE suppression exhibits very large variations in testing conducted on normal individuals (Pialariss, Rapoport, & Gattaz, 2000).

With respect to suppressor stimulus presentation, the contralateral modality was selected based on studies such as that by Berlin et al. (1995), who analyzed the variation in the magnitude of the suppression effect when captured by ipsilateral, contralateral and binaural stimulation. The authors found that binaural stimulation results in more robust inhibitory effects; however, in numerical values, contralateral stimulation produces more consistent inhibitory effects and is therefore more frequently used. This modality was ratified in later studies (Leme & Carvalho, 2009; Lautenschlager, Tochetto, & Costa, 2011).

The intensities of the suppressor stimuli used in the present study were based on the study by Hood et al. (1996), in which 48 normal hearers were assessed to determine the appropriate level of contralateral noise intensity for clinical studies. The authors concluded

that a click stimulus intensity between 50 and 60 dB and suppression with contralateral noise above 50 dB were the best parameters for obtaining the suppression effect. Other authors also consider this intensity adequate and sufficient to activate the efferent auditory canal (Veillet, Collet, & Duclaux, 1991; Berlin et al., 1993).

Another reason for defining the stimulus intensities used is the importance of not clinically activating the stapedius reflex because triggering it by contracting the tensor tympani and stapedius muscles causes greater rigidity in the system and reduces sound transmission, primarily at low frequencies, that is, below 1 kHz (Handel, 1993). The interference of this system could compromise the study results, since in human beings the stapedius reflex is generated at intensities of around 80 or 90 dB above the auditory threshold (Mota & Gervásio, 2003).

As in the study by Mukari & Mamat (2008), all the TEOAE recording steps consisted of three measurements, with the average of the amplitudes used for analyses. Analysis of variance for repeated measures was used, reducing the variability of the initial measure to determine reproducibility and improve the reliability of these measures.

White noise, used to trigger the suppression effect in one of the steps, was selected based on research demonstrating that wide-spectrum noise showed greater sensitivity in producing an inhibitory effect (Berlin et al., 1993; Velenovsky & Glatke 2007).

The use of speech stimuli to assess TEOAE suppression is a relatively rare procedure (Garinis, Glatke, & Cone, 2011; Smith & Cone, 2015). However, it is believed that assessing speech perception and TEOAE suppression under active hearing conditions could help understand the role of the efferent auditory system during speech perception (Kalaiah, Theruvan, Kumar, & Bhat, 2017).

## **Discussion of the results**

All the statistically significant suppression results obtained here are related to a frequency of 1 kHz. Other studies demonstrated that the suppression effect is most effective at low than high frequencies (Collet et al., 1994; Gorga, Neely, Dorn, & Konrad-Martin, 2002; Gorga et al., 2008; Kalaiah, Theruvan, Kumar, & Bhat, 2017). The study by Lautenschlager, Tochetto, & Costa (2011), conducted in adults with normal auditory thresholds and no hearing complaints, showed greater suppression effects for frequencies between 1 and 2 kHz. Warren & Liberman (1989) analyzed the effect of contralateral noise and a complete lesion of the olivocochlear system on the action potentials of the auditory nerve, in addition to observing that the highest inhibitions values were at frequencies of 1 and 2 kHz.

The increased suppression observed specifically at 1 kHz seems to justify the goal of the mechanism of attenuating low-pitched sounds that may interfere in speech comprehension. The suppression effect, illustrated in figure 2, may also occur significantly at low-pitched sounds, which may be confirmed in future studies.

Garanis, Gattke & Cone-Wesson (2011) assessed the TEOAEs of thirteen normal hearers in four situations: 1. In silence; 2. With contralateral white noise at 60 dB SPL; 3. With words incorporated into the white noise emitted contralaterally to the test ear at 60 dB SPL, having the patient simultaneously recognize the semantic field of these words, which characterizes active listening; and 4. The same as situation 3, without having to recognize the words, since they are meaningless. The authors observed a greater suppression in situations 3 and 4, where more attention to speech was required, concluding that the cortical structures controlled the efferent activity of the auditory system, primarily in situations involving the speech spectrum.

Kalaiah, Theruvan, Kumar & Bhat (2017) investigated the effect of active listening and listening effort in contralateral TEOAE suppression in twenty-eight young adults under three conditions of contralateral noise: 1. TEOAEs were obtained in the presence of white



noise in the contralateral ear; 2. Discourse was incorporated into the white noise at a signal/noise ratio of +3, -3 and -9 dB delivered to the contralateral ear; 3. The discourse was reproduced and incorporated into white noise at -3 dB signal/noise ratio. Conditions 1 and 3 served as passive listening and condition 2 active listening. In the active listening condition, participants categorized the words into two groups (for example, animal and vehicle). Greater contralateral TEOAE suppression was observed in the presence of white noise. The amount of suppression was not significantly different between the active and passive listening conditions (conditions 2 and 3). However, there was an increase in suppression with listening effort when the signal/noise ratio declined from +3 dB to -3 dB. Nevertheless, when the signal/noise ratio was reduced to -9 dB, there was no additional increase in suppression; in fact the amount of suppression decreased. Thus, the study demonstrated that listening effort can affect TEOAE suppression. The authors used linear click stimuli to capture the TEOAEs.

As occurs in stapedius reflex activation, in which the effect of antimasking, described in the literature as attenuation of environmental or individually-produced low frequencies, the activation mechanism of the medial olivocochlear reflex also enhances high-frequency sounds, that is, in the spoken communication range, in that it attenuates possible noises (Colleti, Fiorino, Verlato, & Carner, 1992; Oliveira, 2003; Menezes, Oliveira, Moraes, Rocha, Lima, 2004; Menezes, Teixeira, 2005).

Another mechanism acting in the auditory system involves cochlear filters, in which low to moderate-intensity sounds to the cochlea function as a battery of band-pass filters, that is, for intensities near the hearing threshold, the width of this band is very narrow. As the intensity of the stimulus increases, the width of the band gradually rises up to around 70 dB SPL, after which the cochlea behaves like a battery of band-pass filters. This means that high intensities stimulate auditory nerve fibers tuned to much higher frequencies than their nominal frequency. If noises are not attenuated by the antimasking effect, low frequency components

of this noise, generated by band-pass filtering, will mask speech frequencies and hinder discrimination (Handel, 1993; Lins, 2002). The mechanism described further reinforces the importance of attenuating low-pitched sounds when the intention is to listen, as in the case of the speech stimuli presented contralaterally during TEOAE recording.

Also in the middle ear, activation of the acoustic reflex is important in separating the auditory signal of other internal or environmental noises, controlling attenuation of low speech sound frequencies to enhance the perception of high-frequency sounds, attenuating vocalized sounds and recognizing speech at strong intensities (Simmons, 1964; Wormald, Rogers, & Gatehouse, 1995; Kawase, Hidaka, & Takasaka, 1997).

The absence of a statistically significant difference when the suppressor stimuli were compared shows the need to continue the study with more specific methodological criteria, such as a more detailed analysis of active listening, in which research participants could be better monitored in relation to selective attention to auditory stimulus. Thus, EOAT suppression with speech stimuli would show a tendency to a greater effect, since the medial olivocochlear reflex would be modulated by active listening, searching for attention to semantically significant speech (Guinan, 2006; Garanis, Gattke, & Cone-Wesson; 2011). Moreover, it would also be interesting to study a lower frequency band, such as 0.5 kHz, to observe whether the response behavior is similar to that of the 1 kHz band.

In summary, the auditory system is continuously suppressing low-pitched sounds, favoring their high-pitched counterparts. This phenomenon is observed from the entry of sound into the auditory pavilion, by means of the resonance effect, in which greater sound amplification is observed from 2 kHz onwards; in the middle ear, with activation of the acoustic reflex and consequent attenuation of low-pitched sounds and, finally, in the inner ear, in which another low-pitched attenuation step occurs via the medial olivocochlear reflex (Colleti, Fiorino, Verlato, & Carner, 1992; Veuillet, Collet, & Duclaux, 1991; Oliveira, 2003;

Menezes, Cabral, Morais, Rocha, & Passos, 2004; Menezes, Oliveira, Moraes, Rocha, Lima, 2004; Menezes, & Motta, 2005; Menezes, Teixeira, 2005).

The findings provide evidence of descending cortical control at the cochlear level and suggest that the efferent system may play a role in the filtering of low-pitched sounds and irrelevant acoustic information when attention is directed to speech (Garanis, Gattke, & Cone-Wesson, 2011). The efferent activity of the auditory system is more efficient when suppression involves speech stimuli, when compared to white noise, which is not significant, in contrast to the speech spectrum. The present study enables a better understanding of how the efferent auditory system behaves under different selective attention conditions.

### **Conclusion**

All the stimuli used suppressed otoacoustic emissions at 1 kHz. When suppressor stimuli were compared, no statistically significant difference was observed between the frequency bands analyzed.

## References

- American National Standard Institute. (2004). American National Standard Specification for Audiometers. ANSI S3.6-2004. New York: ANSI. Retrieved from: <https://www.ansi.org>.
- American National Standard Institute. (1991). Specifications for audiometers. ANSI S3.6. New York. Retrieved from: <https://www.ansi.org>.
- Andrade, K. C. L., Camboim, E. D., Soares, I. A., Peixoto, M. V. S., Neto, S. C., & Menezes, P. L. (2011). The importance of acoustic reflex for communication. *American Journal of Otolaryngology–Head and Neck Medicine and Surgery*, 32, 221–227.
- Berlin, C. I., Hood, L. J., Hurley, A. E., Wen, H., & Kemp, D. T. (1995). Binaural noise suppresses linear click-evoked otoacoustic emissions more than ipsilateral or contralateral noise. *Hearing Research*, 87, 96-103.
- Berlin, C. I., Hood, L. J., Wen, H., Szabo, P., Cecola, R. P., Rigby, P., Jackson, D.F. (1993). Contralateral suppression of non-linear click evoked otoacoustic emissions. *Hearing Research*, 71, 1-11.
- Burgueti, F. A., & Carvalho, R. M. M. (2007). Supressão das Emissões Otoacústicas e Sensibilização do Reflexo Acústico no Distúrbio de Processamento Auditivo (Doctoral dissertation) (10.11606/T.5.2007.tde-28052007-165948).
- Bruel, M. L. F., Sanchez, T. G., & Bento, R. F. (2001). Vias auditivas eferentes e seu papel no sistema auditivo. *International Archives of Otorhinolaryngology*, 5, 62-67.

Collet, L., Kemp, D. T., Veuillet, E., Duclaux, R., Moulin, A., & Morgon, A. (1990). Effect of contralateral auditory stimuli on active cochlear micro-mechanical properties in human subjects. *Hearing Research*, *43*, 251-262.

Collet, L., Veuillet, E., Bene, J., & Morgon, A. (1992). Effects of contralateral White noise on click - evoked emissions in normal and sensorineural ears: towards an exploration of the medial olivocochlear system. *Audiology*, *31*(1), 1-7.

Collet, L., Moulin, A., Morlet, T., Giraud, A. L., Micheyl, C., Chéz-croze, S. (1994). Contralateral auditory simulation and otoacoustic emissions: a review of basic data in humans. *British Journal of Audiology*, *28*, 213-218.

Colleti, V., Fiorino, F. G., Verlato, G., & Carner, M. (1992). Acoustic reflex in frequency selectivity: brain stem auditory evoked response and speech discrimination. In: J. Katz, N.A. Stecker, & D. Henderson (Eds). *Central Auditory Processing Disorder: a trasdisciplinary view* (pp. 39-46). St. Louis, MO: Mosby Tear Book.

Galambos, R. (1956). Supression of auditory nerve activity by stimulation of efferent fibers to cochlea. *Journal of Neurophysiology*, *19*, 424-437.

Garinis, A. C., Glattke, T., & Cone, B. K. (2011). The MOC re ex during active listening to speech. *Journal of speech, language, and hearing research*, *54*, 1464-1476.

Geven, L. I., de Kleine, E., Free, R. H., & van Dijk, P. (2011). Contralateral suppression of otoacoustic emissions in tinnitus patients. *Otology & Neurotology*, 32(2), 315-321.

Guinan, J. J. (2006). Olivocochlear efferents: Anatomy, physiology, function, and the measurement of efferent effects in humans. *Ear and Hearing*, 27, 589–607.

Guinan, J. J. Jr., Backus, B. C., Lilaonitkul, W., & Aharonson, V. (2003). Medial olivocochlear efferent reflex in humans: otoacoustics emission (OAE) measurement issues and advantages of stimulus frequency OAES. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*, 4, 521-540.

Gorga, M. P., Neely, S. T., Dorn, P. A., & Konrad-Martin, D. (2002). The use of distortion product otoacoustic emission suppression as an estimate of response growth. *Journal of the Acoustical Society of America*, 1, 271-284.

Gorga, M. P., Neely, S. T., Dierking, D. M., Kopun, J., Jolkowski, K., Groenenboom, K. et al. (2008). Low-frequency and high-frequency distortion product otoacoustic emission suppression in humans. *Journal of the Acoustical Society of America*, 123, 2172-2190.

Handel, S. (1993). The physiology of listening. In: S. Handel (Ed.). *Listening, An introduction to the perception of auditory events* (pp. 467-468). Cambridge, MA: First MIT press paperback edition.

Henin, S. (2014). Using otoacoustic emissions to evaluate efferent auditory function in humans (Doctoral dissertation). CUNY Academic Works.  
([http://academicworks.cuny.edu/gc\\_etds/48](http://academicworks.cuny.edu/gc_etds/48)).

Hill, J. C., Prasher, D. K., & Luxon, L. M. (1997). Evidence efferent effects on auditory afferent activity and their functional relevance. *Clinical Otolaryngology and allied sciences*, 22, 394-402.

Hildesheimer, M. (2004). Reduced medial olivocochlear bundle system function in children with auditory disorders. *Audiology & neuro-otology*, 9, 107-114.

Hood, L. J. (1989). A review of objective methods of evaluating auditory neural pathways. *The Laryngoscope*, 109(11), 1745-1748.

Hood, L. J., & Berlin, C. I. (2001). Clinical applications of otoacoustic emissions. In: C.I. Berlin, L.J Hood, & A. Ricci. (Ed.) *Hair cells micromechanics and otoacoustic emissions: new developments* (pp. 121-137). San Diego, CA: Singular Publishing - Thomsen Learning.

Hood, L. J., Berlin, C. I., Hurley, A., Cecola, R. P., & Bell, B. (1996). Contralateral Suppression of Transient-Evoked Otoacoustic Emissions in Humans: Intensity Effects. *Hearing Research*, 101(1-2), 113-118.

Jeck, L. T., Ruth, R. A., & Schoeny, Z. G. (1983). High frequency sensitization of the acoustic reflex. *Ear and Hearing*, 4(2), 98-101.

Kalaiah, M. K., Theruvan, N. B., Kumar, K., & Bhat, J. S. (2017). Role of Active Listening and Listening Effort on Contralateral Suppression of Transient Evoked Otoacoustic Emissions. *Journal of Audiology & Otology*, 21(1), 1-8.

Kawase, T., Hidaka, H., & Takasaka, T. (2007). Frequency summation observed in the human acoustic reflex. *Hearing Research*, 108(1-2), 37-45.

Khalifa, S., Bougeard, R., Morand, N., Veuillet, E., Isnard, J., Guenot, M., et al. Evidence of peripheral auditory activity modulation by the auditory cortex in humans. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 104, 347-358.

Lautenschlager, L., Tochetto, T., & Costa, M. J. (2011). Reconhecimento de fala em presença de ruído e suas relações com a supressão das emissões otoacústicas e o reflexo acústico. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 77, 115-120.

Leme, V. N., & Carvalho, R. M. M. (2009). Efeito da estimulação acústica contralateral nas medidas temporais das emissões otoacústicas. *Revista CEAC*, 11, 24-30.

Lins, O. G. (2002). Audiometria fisiológica tonal utilizando respostas de estado estável auditivas do tronco cerebral (Doctoral dissertation)  
(<http://repositorio.unifesp.br/handle/11600/17805>).

Menezes, P. L., Cabral, A., Morais, L. S., Rocha, L. P., & Passos, V. (2004). Ressonância: um estudo da orelha externa. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, 16(3), 333-340.



Menezes, P. L., & Motta, M. A. (2005). Bases Físicas da Audição. In: P.L Menezes, S.C. Neto, & M.A. Motta. (Eds.). *Biofísica da Audição* (pp. 125-131). São Paulo, SP: Lovise.

Menezes, P.L., & Teixeira, C. F. (2005). Ruídos. P.L Menezes, S.C. Neto, & M.A. Motta. (Eds.). *Biofísica da Audição* (pp. 73-83). São Paulo, SP: Lovise.

Mota, P. H. M., & Gervásio, A. A. M. (2003). A Pesquisa do Reflexo Estapediano no Prognóstico da Paralisia Facial Periférica Idiopática. *Saúde em Revista*, 10, 1-79.

Muchnik, C., Ari-Even., Roth, D., Othman-Jebara, R., Putter-Katz, H., Shabtai, E. L., & Mishra, S. K., & Lutman, M. E. (2013). Repeatability of click-evoked otoacoustic emission-based medial olivocochlear efferent assay. *Ear and Hearing*, 34(6), 789-798.

Mukari, S. Z. M. S., & Mamat, W. H. W. (2008). Medial Olivocochlear Functioning and Speech Perception in Noise in Older Adults. *Audiology & neuro-otology*, 13, 328-334.

Oliveira, J. A. A. (2003). Fisiologia da Audição – cóclea ativa. In: M.S. Figueiredo (Ed). *Emissões otoacústicas e BERA* (pp. 11-34). São Paulo, SP: Pulso editorial.

Pialariss, P. R., Rapoport, P. B., & Gattaz, G. (2000). Estudo da supressão das emissões otoacústicas com a utilização de estímulos sonoros contralaterais em indivíduos de audição normal e em pacientes com doenças retrococleares. *Revista Brasileira Otorrinolaringologia*, 6 (66), 604-611.

Sanches, S. G. G., & Carvalho, R. M. M. (2006). Contralateral suppression of transient evoked otoacoustic in children with auditory processing disorders. *Audiology & neuro-otology*, 11, 366-372.

Sliwinska-Kowalska, M., & Kotylo, P. (2002). Occupational exposure to noise decreases otoacoustic emission efferent suppression. *International Journal of Audiology*. 41(1),113-119.

Smith, S. B., & Cone, B. (2015). The medial olivocochlear reflex in children during active listening. *International Journal of Audiology*, 54, 518-523.

Simmons, F. B. (1964). Perceptual theories of middle ear muscle function. *The Annals of Otolaryngology, Rhinology, and Laryngology*, 73(1), 724-739.

Velenovsky, D. S., & Glatke, T. J. (2007). Suppression of otoacoustic emissions in populations with normal hearing sensitivity. In: M.S. Robinette & T.J. Glatke (Eds.). *Otoacoustic emissions: clinical applications* (pp. 152-153). New York, NY: Thieme.

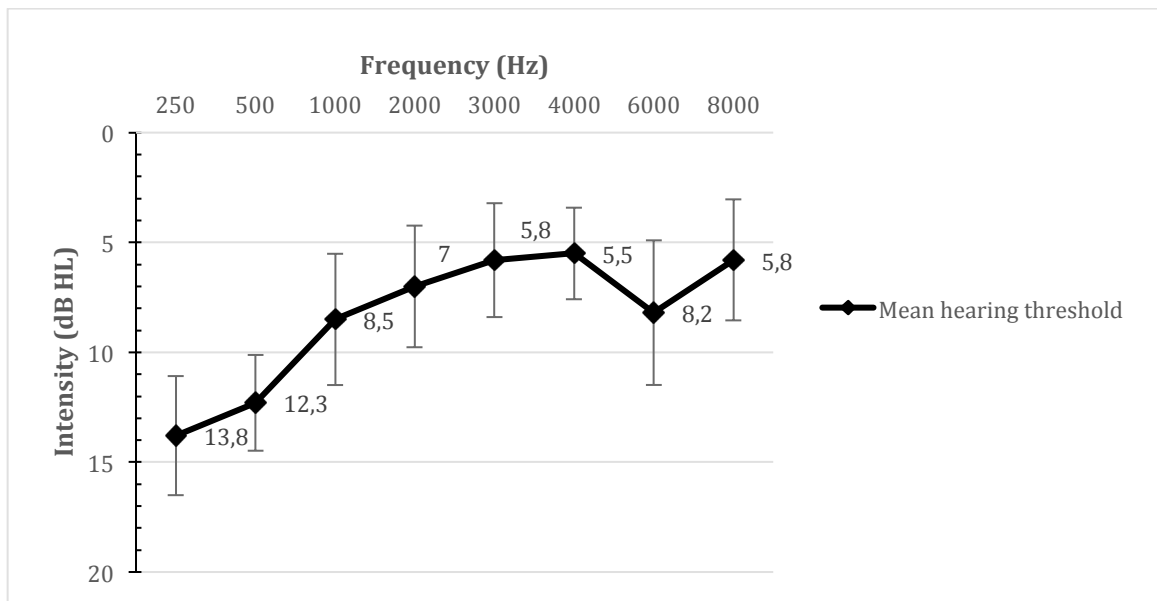
Veillet, E., Collet, L., & Duclaux, R. (1991). Contralateral auditory stimulation and active micromechanical properties in human participants: dependence on stimulus variables. *Journal of Neurophysiology*, 65, 724-735.

War, W. B.(1980). Efferent components of the auditory system. *The Annals of Otolaryngology, Rhinology, and Laryngology*, 2230, 82-92.

Warren, E. H., & Liberman, M. C. (1989). Effects of contraletaral sound on auditory nerve responses. Contributions of cochlear efferents. *Hearing Research*, 37, 89-104.

Wormald, P. J., Rogers, C., & Gatehouse, S. (1995). Speech discrimination in patients with Bell's palsy and a paralysed stapedius muscle. *Clinical Otolaryngology and allied sciences*, 20(1), 59-62.

**Figure 1 - Mean and Standard deviation of hearing threshold distribution of the participants.**



**Table 1 - Mean TEOAE amplitudes and the effect of TEOAE suppression using white noise as suppressor stimulus, using the Bonferroni post hoc test.**

Band under analysis	Stimulus used	Mean (dB)	Standard deviation (dB)	p-value
1 kHz	Silence	12.15	5.08	0.019*
	White noise	9.66	5.69	
1.5 kHz	Silence	13.66	4.61	1.000
	White noise	12.26	4.40	
2 kHz	Silence	15.27	4.02	1.000
	White noise	14.86	5.60	
3 kHz	Silence	14.78	4.41	0.405
	White noise	13.51	5.01	
4 kHz	Silence	11.71	5.17	1.000
	White noise	11.03	5.01	

\*statistical difference ( $p < 0.01$ )

**Table 2 - Mean TEOAE amplitudes and the effect of TEOAE suppression using HINT-Brazil sentences as suppressor stimulus, using the Bonferroni post hoc test.**

<b>Band under analysis:</b>	<b>Stimulus used</b>	<b>Mean (dB)</b>	<b>Standard deviation (dB)</b>	<b>p-value</b>
1 kHz	Silence	12.15	5.08	<0.01*
	HINT-Brazil sentences	6.95	7.24	
1.5 kHz	Silence	13.66	4.61	0.831
	HINT-Brazil sentences	11.86	5.17	
2 kHz	Silence	15.27	4.02	1.000
	HINT-Brazil sentences	14.17	4.28	
3 kHz	Silence	14.78	4.41	1.000
	HINT-Brazil sentences	14.44	4.48	
4 kHz	Silence	11.71	5.17	1.000
	HINT-Brazil sentences	11.25	4.88	

\*statistical difference ( $p < 0.01$ )

**Table 3 - Mean TEOAE amplitudes and the effect of TEOAE suppression using the “happy birthday to you” song as suppressor stimulus, using the Bonferroni post hoc test.**

<b>Band under analysis</b>	<b>Stimulus used</b>	<b>Mean (dB)</b>	<b>Standard deviation (dB)</b>	<b>p-value</b>
1 kHz	Silence	12.15	5.08	<0.01*
	“happy birthday to you” song	6.22	7.69	
1.5 kHz	Silence	13.66	4.61	0.424
	“happy birthday to you” song	11.19	6.19	
2 kHz	Silence	15.27	4.02	0.684
	“happy birthday to you” song	13.98	4.60	
3 kHz	Silence	14.78	4.41	1.000
	“happy birthday to you” song	14.44	4.89	
4 kHz	Silence	11.71	5.17	1.000
	“happy birthday to you” song	10.39	6.70	

\*statistical difference ( $p < 0.01$ )

**Table 4 - Mean TEOAE suppression values with white noise compared to HINT-Brazil sentences, using the Bonferroni post hoc test.**

Band under analysis	Stimulus used	Mean (dB)	Standard deviation (dB)	p-value
1 kHz	White noise	9.66	5.69	0.214
	HINT-Brazil sentences	6.95	7.24	
1.5 kHz	White noise	12.26	4.40	1.000
	HINT-Brazil sentences	11.86	5.17	
2 kHz	White noise	14.86	5.60	1.000
	HINT-Brazil sentences	14.17	4.28	
3 kHz	White noise	13.51	5.01	1.000
	HINT-Brazil sentences	14.44	4.48	
4 kHz	White noise	11.03	5.01	1.000
	HINT-Brazil sentences	11.25	4.88	

\*statistical difference ( $p < 0.01$ )



**Table 5 - Mean TEOAE suppression values with white noise compared to the “happy birthday to you” song, using the Bonferroni post hoc test.**

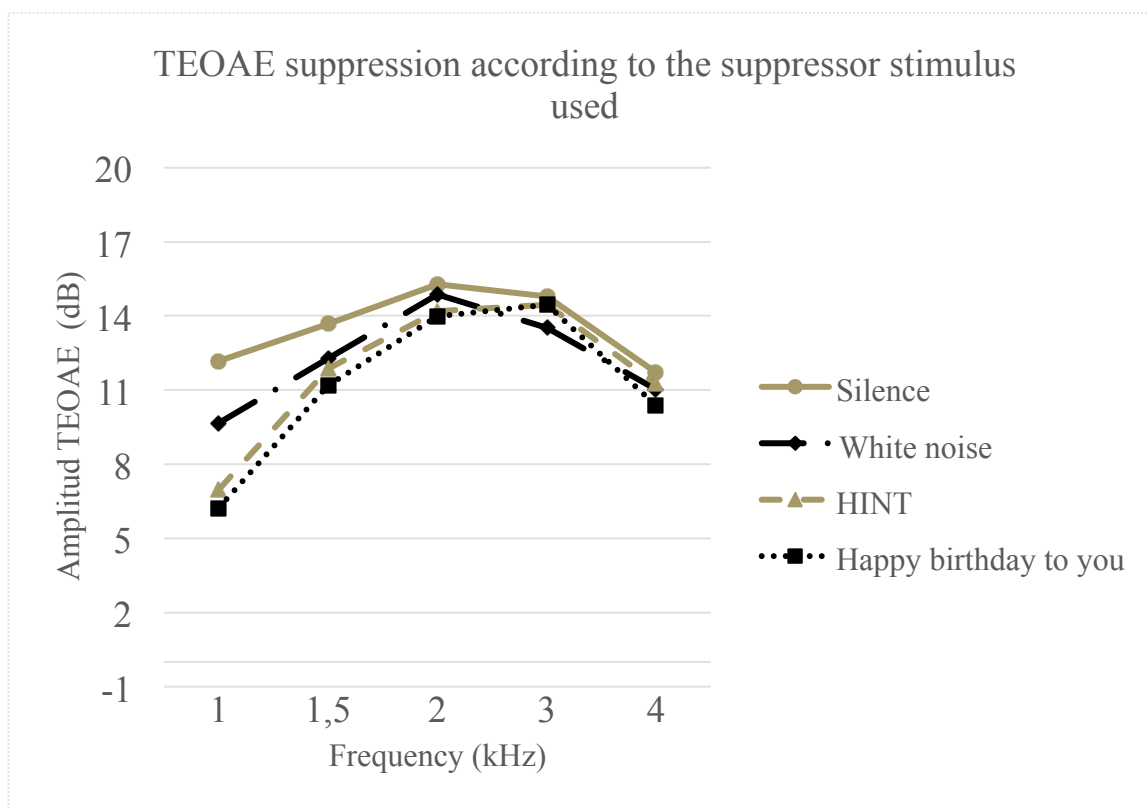
<b>Band under analysis</b>	<b>Stimulus used</b>	<b>Mean (dB)</b>	<b>Standard deviation (dB)</b>	<b>p-value</b>
1 kHz	White noise	9.66	5.69	0.125
	“happy birthday to you” song	6.22	7.69	
1.5 kHz	White noise	12.26	4.40	1.000
	“happy birthday to you” song	11.19	6.19	
2 kHz	White noise	14.86	5.60	1.000
	“happy birthday to you” song	13.98	4.60	
3 kHz	White noise	13.51	5.01	1.000
	“happy birthday to you” song	14.44	4.89	
4 kHz	White noise	11.03	5.01	1.000
	“happy birthday to you” song	10.39	6.70	

\*statistical difference ( $p < 0.01$ )

**Table 6 - Effect of TEOAE suppression with HINT-Brazil sentences compared to the “happy birthday to you” song, using the Bonferroni post hoc test.**

<b>Band under analysis</b>	<b>Stimulus used</b>	<b>Mean (dB)</b>	<b>Standard deviation (dB)</b>	<b>p-value</b>
1 kHz	HINT-Brazil sentences	6.95	7.24	1.000
	“happy birthday to you” song	6.22	7.69	
1.5 kHz	HINT-Brazil sentences	11.86	5.17	1.000
	“happy birthday to you” song	11.19	6.19	
2 kHz	HINT-Brazil sentences	14.17	4.28	1.000
	“happy birthday to you” song	13.98	4.60	
3 kHz	HINT-Brazil sentences	14.44	4.48	1.000
	“happy birthday to you” song	14.44	4.89	
4 kHz	HINT-Brazil sentences	11.25	4.88	1.000
	“happy birthday to you” song	10.39	6.70	

Figure 2 - TEOAE suppression according to the suppressor stimulus used.



TEOAE - transient-evoked otoacoustic emissions  
HINT - Hearing in Noise Test

## 5.2 Artigo 2

Após a finalização do primeiro artigo, avaliar o reconhecimento de fala familiar na presença de ruídos competitivos tornou-se uma importante e imprescindível etapa de pesquisa. A hipótese de que estímulos de fala familiar, ou seja, conhecidos ao participante da pesquisa, acarretaria em um maior número de acertos de sentenças, seja diante de ruído branco ou de ruído de fala, impulsionou os autores a se debruçarem sobre o tema inovador e até então pouco estudado.

O processo metodológico caracterizou o estudo como analítico observacional transversal e a amostra foi composta por 21 participantes de ambos os sexos com faixa etária entre 20 a 35 anos. A análise dos resultados foi realizada por orelha, totalizando 42 orelhas. Os procedimentos adotados foram a utilização de testes de reconhecimento de sentenças na presença de ruídos competitivos, utilizando todas as sentenças das 12 listas do HINT - Brasil, com estímulo de fala padrão do teste e de fala familiar ao participante da pesquisa. Como ruídos competitivos, foram utilizados os ruídos branco e de fala, o qual foi produzido a partir da gravação de oito vozes humanas, de ambos os sexos, pronunciando sentenças diversas aleatoriamente a uma mesma distância do gravador profissional utilizado. O objetivo foi representar um ambiente real, em que várias pessoas conversavam ao mesmo tempo, simulando os sons encontrados em muitos ambientes sociais e que interferem diretamente na capacidade de comunicação.

Este artigo representa, no contexto da tese, a avaliação comportamental dos indivíduos submetidos a escuta da fala na presença de ruídos.

### 5.2.1 The study of familiar speech recognition in the presence of competitive noise

Kelly Cristina Lira de Andrade<sup>1\*</sup>¶; Ana Claudia Figueiredo Frizzo<sup>2&</sup>; Sônia Maria Soares Ferreira<sup>3&</sup>; Thamyres Ataíde Bezerra Verçosa<sup>1¶</sup>; Aline Tenório Lins Carnaúba<sup>1¶</sup>; Fernanda Calheiros Peixoto Tenório<sup>3</sup>; Klinger Vagner Teixeira da Costa<sup>3</sup>; Pedro de Lemos Menezes<sup>1,3&</sup>

1. Department of Audiology, State University of Health Sciences of Alagoas, Maceió, Alagoas, Brazil
2. Department of Audiology, State University of São Paulo Julio de Mesquita Filho, Marília, São Paulo, Brazil
3. Postgraduate departament in health research, Cesmac University Center, Maceió, Alagoas, Brazil

#### **\*Corresponding author**

E-mail: [kellyclandrade@gmail.com](mailto:kellyclandrade@gmail.com) (KCLA)

¶These authors contributed equally to this work.

&These authors also contributed equally to this work.

## **Abstract**

The different types of noise present in daily life interfere directly in word recognition. In an oral communication situation, the hearer must select the desired speech signal while ignoring all adjacent noise in order to understand the message. A speech stimulus familiar to the hearer may be a determining factor for better speech comprehension in noise situations. The purpose was to assess familiar speech recognition in the presence of competitive noise in a population of normal hearing adults. A total of 21 individuals took part in the study, 17 women and 4 men. The following procedures were executed: otoscopy, immittance testing, tonal and vocal audiometries and the sentence recognition test in the presence of competitive noises. The sentences were presented to the participants at 40 dBSL above speech recognition threshold values, using the standard speech of the test and speech from a person familiar to the participant. Competitive noises consisted of white noise and continuous speech noise, presented at intensities of 40, 50 and 55 dB above the speech recognition threshold. According to the results obtained, the greater the noise intensity, the lower the number of correct responses for both types of stimulus; standard speech with continuous speech noise prompted a larger number of correct responses at intensities of 50 and 55 dBSL, while familiar speech with continuous speech noise obtained more correct responses at the three intensities tested; when the highest intensity was used with white noise, the number of correct responses for familiar speech was higher than for standard speech. In conclusion, recognition of familiar speech in the presence of white noise in a population of normal hearing adults is higher than that of standard speech at an intensity of 55 dBSL above the speech recognition threshold.

## 1 **Introduction**

2

3 The ability to perceive, discriminate, recognize and understand sounds amidst  
4 competitive noise is what makes human communication possible, since we are  
5 exposed daily to sound levels that can interfere in word recognition [1]. Whether  
6 in the street, at school or at work, people are frequently faced with situations in  
7 which the message to be heard is accompanied by other sound phenomena in the  
8 environment at different intensities, coinciding with the human voice frequency. A  
9 number of studies demonstrate that competitive noise interferes directly in speech  
10 perception [1, 2, 3] and even normal hearers may have difficulty recognizing  
11 sounds and understanding the message in these situations [4].

12

13 During oral communication in less-than-favorable conditions, not only are  
14 auditory clues used to understand the message, but semantic, linguistic and  
15 context clues as well [5]. Speech recognition in the presence of noise requires  
16 considerable cognitive skills of concentration and selective attention because the  
17 hearer must focus on the desired speech signal, while ignoring all unnecessary  
18 information [4, 6].

19

20 The ability to understand speech in noise, one of the functions attributed to the  
21 efferent auditory system, also involves other anatomic structures, such as the  
22 reticular formation. Evidence suggests that when the ascending reticular activating  
23 system (ARAS) is stimulated, the cortex becomes more alert and attentive. As such,  
24 the system reacts better to an important stimulus than a non-important one. This  
25 may be one of the mechanisms involved in selective attention and the ability to  
26 hear in the presence of noise [7].

27

28 The sound of familiar voices stimulates the right cerebral cortex more than  
29 unfamiliar voices [8]. This is due to the significance attributed to the speaker,  
30 which causes changes in how the hearer perceives and processes familiar speech  
31 stimuli, thereby explaining the increase in cortical responses. Furthermore, it is  
32 known that the limbic system is responsible for controlling emotions, learning  
33 functions and memory, whereby familiarity with the speaker's voice increases  
34 attentional awareness [9].

35

36 Other studies have demonstrated that a familiar speech stimulus exhibits some  
37 advantages, since the hearer learns how familiar speakers articulate different  
38 speech sounds. Familiarity with specific information helps hearers recognize  
39 speech more accurately [10, 11]. Thus, a familiar speech stimulus may be a factor  
40 that contributes to enhanced speech recognition in a situation with competitive  
41 noise.

42

43 Given that traditional audiometric examinations only provide basic information on  
44 hearing capacity assessed under acoustic isolation, it is essential to evaluate the  
45 real communication difficulties from a different standpoint. Assessing speech  
46 recognition in the presence of noise would establish a more reliable relationship  
47 between hearing capacity and the individual's hearing performance. Furthermore,  
48 the study of this ability, comparing performance with standard and familiar  
49 speech, will stimulate discussions based on innovative findings.

50

51 As such, this study aimed to assess familiar speech recognition in the presence of  
52 competitive noise in a population of normal-hearing adults.



53

54 **Materials and Methods**

55 The present cross-sectional analytical study was conducted with men and women  
56 at the Specialized Rehabilitation Center (CER III) at a public university in Alagoas  
57 state, Brazil and approved by the Research Ethics Committee (CAAE:  
58 48412615.0.0000.5 011).

59

60 The sample was composed of 21 participants, 17 women and four men, selected by  
61 convenience after the study was publicized at the university. Assessments and  
62 analyses of the findings were conducted by ear, resulting in the study of 42 ears.  
63 The age of the participants ranged from 20 to 35 years and all the subjects gave  
64 their informed consent.

65

66 The following inclusion criteria were adopted: age between 18 and 55 years;  
67 absence of complaints, history or diagnosis of otological, neurological and/or  
68 psychiatric changes, and agreeing to sign the informed consent form.

69

70 Excluded were individuals with any changes in the outer ear and/or poor middle  
71 ear functioning; changes in tympanometry; absence of acoustic reflexes, pure-tone  
72 thresholds above 25 dBNA at octave frequencies between 250 Hz and 8000 Hz,  
73 including inter-octave frequencies of 3000 Hz and 6000 Hz [12] and inter-ear  
74 differences of more than 10 decibels (dB) per frequency; ear surgery; more than

75 three ear infections in the current year; use of ototoxic medication; diagnosis of  
76 auditory neuropathy spectrum disorder; ringing in the ears, vertigo, dizziness or  
77 other cochleovestibular and systemic changes that could contribute to  
78 cochleovestibular diseases, including diabetes and hypertension, among others.

79

80 Data collection method

81 Before data collection, all the equipment were calibrated. The audiometer was  
82 adjusted and callibrated using a 2250 light Brüel&Kjær sound level meter. An  
83 artificial ear simulator (B&K 4156) with a static force of 4.5N was used to  
84 callibrate the ear phones. Air conducted pure tone and sound masking intensity  
85 and frequency tests were carried out. Pure tones were tested at an intensity of 70  
86 dBNA. The noises were tested at 70 dB. Each test was conducted three times, at  
87 each frequency or noise, and the final value attributed was the arithmetic mean of  
88 the three tests.

89

90 In the first stage of the study, the procedures were explained to the subjects. Next,  
91 a questionnaire (S1 Appendix) was applied to screen participants for the inclusion  
92 and exclusion criteria established. The following procedures were then executed:

- 93 • Otoscopy, to determine the integrity of the pathway and tympanic  
94 membrane, using a Heine® mini 3000 otoscope;
- 95 • Immittance testing, conducted using an AT235 immittance meter  
96 (Interacoustics®) in order to select the participants with Type A  
97 tympanograms and acoustic reflexes present;
- 98 • Pure-tone and vocal audiometries, using an AD629 audiometer  
99 (Interacoustics®) in an audiometric booth, in line with guideline S3.1 of the

100 American National Standard Institute - ANSI [13]. The aim was to identify  
101 the pure-tone auditory thresholds within the standards of normality. The  
102 thresholds were measured by the psychoacoustics method of limits, using  
103 the descending and ascending techniques to confirm the responses, with 10  
104 dB intervals and 5 dB intervals, respectively. Octave frequencies were  
105 measured between 250 Hz and 8000 Hz, including inter-octave frequencies  
106 of 3000 Hz and 6000 Hz;

107 • The sentence recognition test in the presence of noise, conducted in an  
108 audiometric booth, using the 12 lists of the Hearing in Noise Test (HINT -  
109 Brazil). Each list was composed of 20 sentences recorded by male speaker.  
110 The sentences were also recorded in an audiometric booth by a person  
111 familiar to each participant (mother, father, sister, brother, wife, husband,  
112 uncle, aunt, grandfather or grandmother) and monitored by the researchers  
113 of the study, using a SONY® ICD-PX2014. The HINT – Brazil lists were  
114 randomized by the Excel program. As such, the order of presentation of  
115 each list and the sentences were different for each participant, for both the  
116 familiar voice and the standard speech sentences.

117 The test sentences were presented under standard conditions using an  
118 AD629 audiometer (Interacoustics®) at a sound level 40 dBSL (sensation  
119 level) above the speech recognition threshold (SRT). Competitive noise  
120 consisted of white noise and speech, the latter a voice recording of several  
121 people speaking different sentences at the same time, in a silent  
122 environment, using the SONY® ICD-PX2014. The noises were also presented  
123 using an AD629 audiometer (Interacoustics®) at intensities of 40, 50 and 55  
124 dB above the SRT. A computer (MacBook Air: 13-inch, Late 2011) was used

125 to send the sentences and noises to the audiometer. Each participant was  
126 submitted to four test conditions ipsilaterally in each year:

- 127 1. HINT - Brazil sentences presented using standard speech and  
128 competitive white noise;
- 129 2. HINT - Brazil sentences using standard speech and competitive speech  
130 noise;
- 131 3. HINT - Brazil sentences using familiar speech and competitive white  
132 noise;
- 133 4. HINT - Brazil sentences using familiar speech and competitive speech  
134 noise.

135 The order of presentation of each condition was randomized by the Excel program.

136

137 All the individuals were instructed to listen and repeat the sentences as they heard  
138 them. The examiner, positioned outside the audiometric booth, recorded the  
139 answers. The speech signal and the background competitive noise were sent via  
140 audiometer and presented ipsilaterally through a DD45 headset. A response was  
141 considered correct when the subject repeated the entire sentence correctly. After  
142 each error, two new sentences were presented, and the incorrectly repeated  
143 sentence was presented again. Responses were considered incorrect if there were  
144 any differences between the test sentence and that repeated by the participant.  
145 During the tests, the examiner gave no opinions on participant performance. Rest  
146 breaks were given as needed.

147

148 Statistical analysis

149 Statistical analysis was carried out applying the Statistical Package for the Social  
150 Sciences (SPSS) version 23.0 for *Macbook*®. Data were presented in tables and

151 graphs of means and standard deviations. The sample was assessed for normal  
152 distribution, using the Shapiro-Wilk test.

153

154 The nonparametric Mann-Whitney U test was applied to analyze the inter-ear and  
155 inter-sex differences of the family members. The ANOVA test of repeated measures  
156 and Bonferroni post hoc test was used to assess the influence of the familiar voice  
157 in terms of its characterization (mother, father, sister, brother, husband, wife,  
158 uncle, aunt, grandfather or grandmother), and the Tukey HSD test for pairwise  
159 comparisons. The t-test was conducted to analyze the number of correct responses  
160 by intensity, type of noise and type of speech. The differences were considered  
161 significant for p-values less than 0.05.

162

### 163 **Results**

164 The sample was composed of 21 participants, 17 (81%) women and four (19%).

165 The age of the participants ranged from 20 to 35 years (mean of 26.5 years and  
166 standard deviation of 4.63). The distribution of mean auditory thresholds of the

167 participants is depicted in Figure 1. The study sample exhibited normal

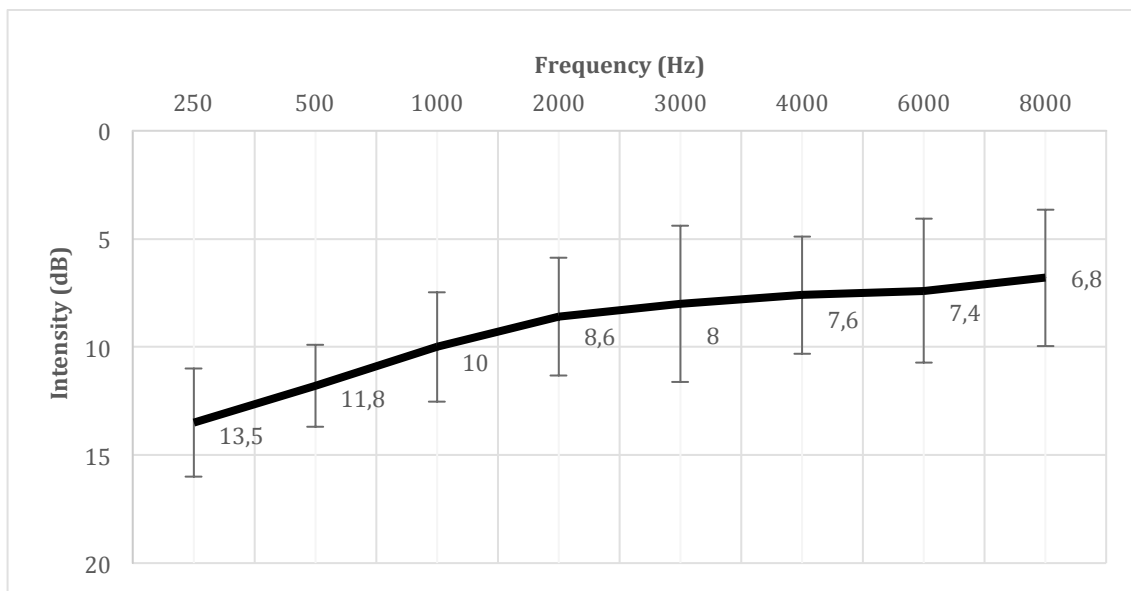
168 distribution. The Mann-Whitney U test showed no significant differences between

169 the ears or the sexes of the family members ( $p > 0.14$ ). The ANOVA and Bonferroni

170 post hoc test revealed no statistically significant differences between the familiar

171 voice categories ( $p > 0.14$ ).

172 **Fig 1 - The distribution of mean auditory thresholds of the participants.**



173

174

175 The two-way ANOVA, using isolated analysis of the study variables, showed a  
 176 statistically significant difference for types of speech and noise and intensity of the  
 177 noises used ( $p < 0.01$ ).

178

179 Analysis of noise type, varying types of speech showed that the relationship  
 180 between standard and familiar speech was significant for white noise ( $p < 0.01$ ). For  
 181 speech noise, there was no statistically significant difference ( $p = 0.448$ ). Analysis  
 182 by type of speech, varying type of noise, revealed a significant relationship  
 183 between white noise and speech noise ( $p < 0.01$ ). For analysis of the intensities  
 184 studied, varying type of speech, there was a statistically significant difference for  
 185 intensities of 40 and 55 dB ( $p = 0.031$  and  $p < 0.01$ , respectively). For an intensity of  
 186 50 dB, there was no statistical significance ( $p = 0.486$ ).

187

188 Two-way ANOVA with the Bonferroni post hoc test demonstrated that the greater  
 189 the intensity of the noise, the lower the number of correct responses for both  
 190 white noise and speech noise, in the two speech situations, that is, standard or  
 191 familiar speech ( $p < 0.01$ ). These results are presented in table 1.

192 **Table 1 - Number of correct responses to HINT-Brazil sentences by type of speech, type of**  
 193 **noise and intensity of noise presented.**

Type of speech	Type of noise	Intensity of the noise (dB)	Average number of correct responses	Standard deviation	p-value (T-test)	
Standard		40	19.69	0.563	<0.01*	
		50	16.50	2.452		
	White noise	40	19.69	0.563	<0.01*	
		55	9.40	4.993		
		50	16.50	2.452	<0.01*	
		55	9.40	4.993		
	Familiar		40	19.79	0.520	<0.01*
			50	19.17	1.560	
		Speech noise	40	19.79	0.520	<0.01*
			55	18.24	2.507	
		50	19.17	1.560	<0.01*	
		55	18.24	2.507		
		40	19.19	1.215	<0.01*	
		50	17.02	2.727		
White noise		40	19.19	1.215	<0.01*	
		55	15.26	3.957		
	50	17.02	2.727	<0.01*		
	55	15.26	3.957			
Speech noise		40	19.67	0.650	<0.01*	
		50	19.07	1.421		
	Speech noise	40	19.67	0.650	<0.01*	
		55	17.98	2.454		
		50	19.07	1.421	<0.01*	
		55	17.98	2.454		

\*statistical difference (p<0.01)

195

196 The t-test, applied to compare the number of correct responses and the types and  
 197 intensities of the noises used, showed a statistically significant difference for  
 198 intensities of 50 and 55 dBSL (table 2).

199 **Table 2 - Number of correct responses to HINT-Brazil sentences by type and intensity of**  
 200 **noise for standard speech, using the Bonferroni post hoc test.**

<b>Type of noise</b>	<b>Intensity of noise (dB)</b>	<b>Average number of correct responses</b>	<b>Standard deviation</b>	<b>P-value (T-test)</b>
White noise	40	19.69	0.563	0.290
Speech noise		19.79	0.520	
White noise	50	16.50	2.452	0.000*
Speech noise		19.17	1.560	
White noise	55	9.40	4.993	0.000*
Speech noise		18.24	2.507	

201 \*statistical difference ( $p < 0.01$ )

202

203 For familiar speech, the t-test also showed a statistically significant difference for  
 204 intensities of 40, 50 and 55 dBSL (table 3).

205 **Table 3 - Number of correct responses to HINT-Brazil by type and intensity of speech for**  
 206 **familiar noise, using the Bonferroni post hoc test.**

<b>Type of noise</b>	<b>Intensity of noise (dB)</b>	<b>Average number of correct responses</b>	<b>Standard deviation</b>	<b>p-value (T-test)</b>
White noise	40	19.19	1.215	0.007*
Speech noise		19.67	0.650	
White noise	50	17.02	2.727	0.000*



Speech noise		19.07	1.421	
White noise	55	15.26	3.957	0.000*
Speech noise		17.98	2.454	

207 \*statistical difference ( $p < 0.01$ )

208

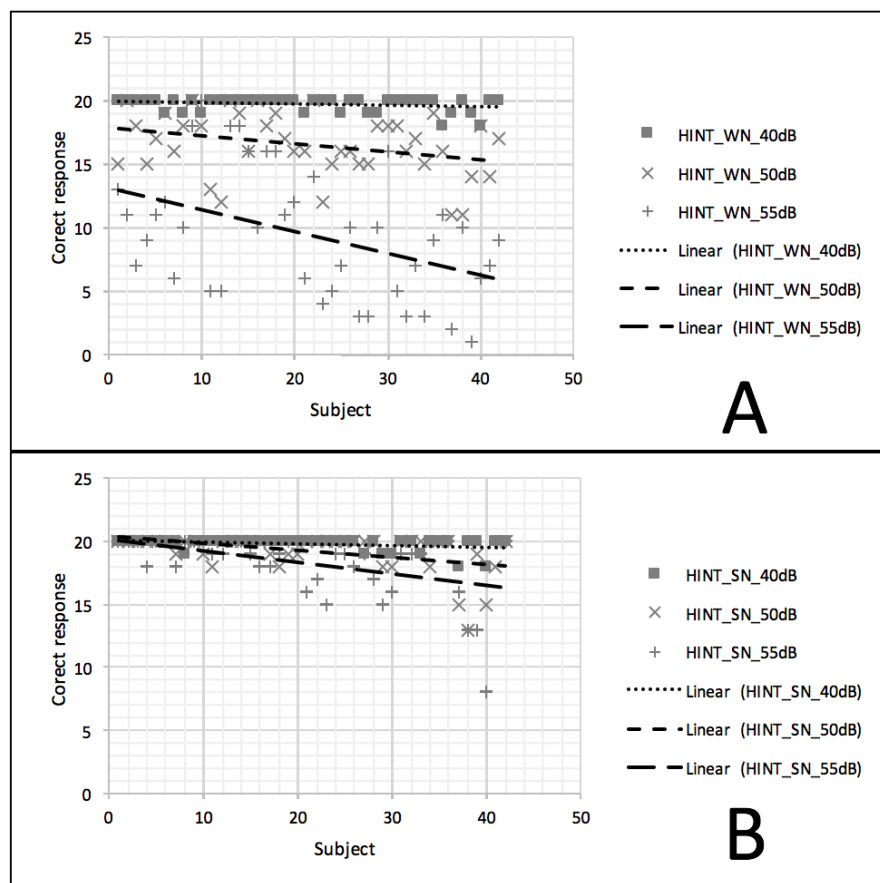
209 The t-test was used to compare between the number of correct responses on  
 210 HINT-Brazil sentences presented with standard and familiar speech,  
 211 demonstrating a statistically significant difference for an intensity of 55 dBSL in  
 212 the presence of white noise ( $p < 0.01$ ).

213

214 Figure 2 shows the correct responses per subject on the HINT – Brazil using white  
 215 noise and speech noise at intensities of 40, 50 and 55 dBSL. Figure 3 depicts the  
 216 correct responses per subject for familiar speech, using white and speech noise, also  
 217 at intensities of 40, 50 and 55 dBSL. Figure 4 exhibits the correct responses per  
 218 subject for the HINT-Brazil sentences, using familiar speech with white noise at  
 219 intensities of 50 and 55 dBSL.

220

221 **Fig 2 - Correct responses, per subject. The graph A shows the HINT - Brazil responses with**  
 222 **white noise (WN) at intensities of 40, 50 and 55 dB SL. Graph B shows the HINT - Brazil**  
 223 **responses with speech noise (SN) at the same three intensities.**

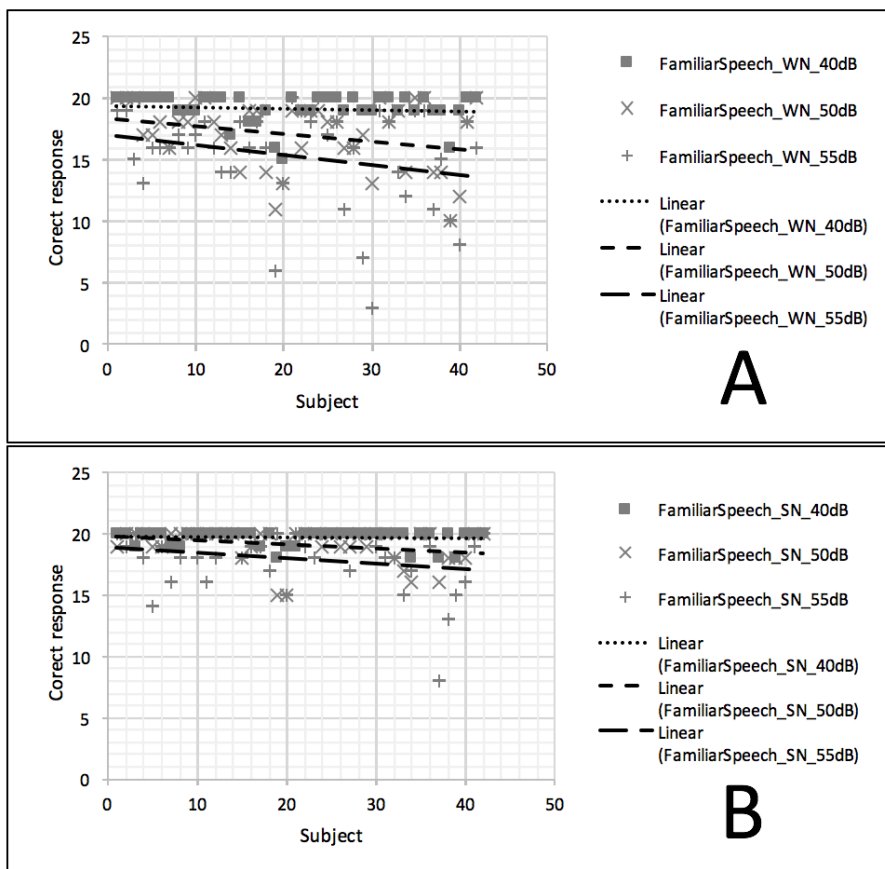


224

225 HINT – hearing in noise test, WN – white noise, SN – speech noise.

226

227 **Fig 3 - Correct responses, per subject. Graph A shows the familiar responses with white noise**228 **(WN) at intensities of 40, 50 and 55 dB SL. Graph B shows the correct familiar speech**229 **responses with speech noise (SN) at the same three intensities.**

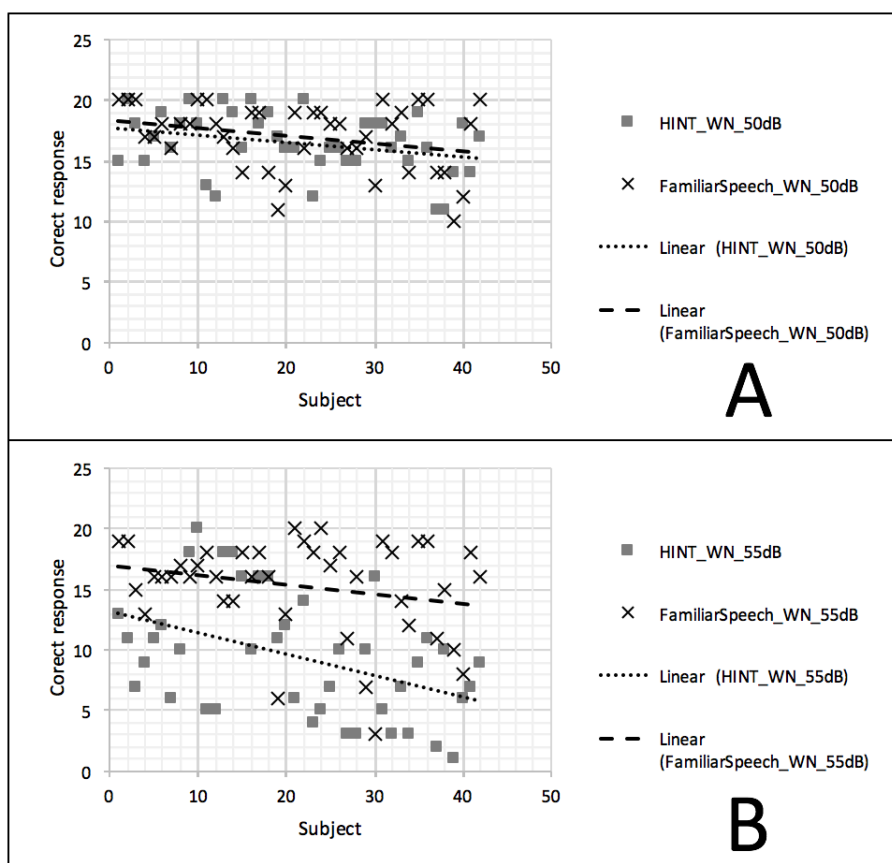


230

231 WN – white noise, SN – speech noise.

232

233 **Fig 4. Correct responses, per subject. Graph A shows the correct responses for HINT – Brazil**234 **sentences with white noise (WN) at an intensity of 50 dB SL. Graph B shows the correct**235 **responses for HINT - Brazil sentences for familiar speech with white noise (WN) at an**236 **intensity of 55 dB SL.**



237

238 HINT – hearing in noise test, WN – white noise.

239

240 **Discussion**

241 Discussion of the methods

242 The use of HINT – Brazil sentences, a test adapted to Brazilian Portuguese by Costa

243 et al. [14], aims at providing more detailed information on auditory functional

244 capacity, assessing the ability to recognize speech in noisy environments [15]. It

245 consists of 12 lists of 20 phonetically balanced sentences in Brazilian Portuguese,

246 which can be presented to the individual in both the presence and absence of

247 competitive noise, in order to determine the percentage of correct responses

248 and/or recognition threshold [16].

249

250 The use of HINT – Brazil sentences to record familiar voices in an audiometric

251 booth is justified by the phonetic balance in all the phases, making this variable

252 controlled by the two types of speech stimuli used: standard or familiar speech.

253 Moreover, Adobe Audition software, version 2.0, was used to manipulate the

254 spectra of familiar speech recordings in order to eliminate any background noise

255 present.

256

257 Another characteristic of HINT – Brazil is that the sentences are simple and used in

258 daily interactions, characterizing them as comparable measures of speech

259 recognition skills that, depending on the aim of the study, can be used in

260 generalized comparisons.

261

262 With respect to the criteria for correct and incorrect responses established for

263 repeating the sentences, in which the response was considered correct when

264 subjects repeated the entire sentence correctly and incorrect when there were any

265 differences between the test sentence and that repeated by the participant, based

266 on the study by Advíncula et al. [17]. Fifteen young normal hearers were

267 submitted to the sentence recognition test in the presence of noise, using the lists

268 of HINT-Brazil sentences. The authors considered errors as being any changes in

269 the use of articles, verbal conjugation and inclusion or omission of words, even if

270 they did not change the original meaning of the sentence.

271

272 The use of white noise as auditory competition is justified by its broadband

273 aperiodic sound with frequencies between 100 Hz and 10000 HZ. It is more

274 effective up to 6000 Hz, and is the most commonly used competitive noise in

275 clinical audiology practice [18]. Speech sound, in turn, was produced by recording

276 eight human voices of both sexes, randomly pronouncing different sentences at the

277 same distance from the professional recorder used. The aim was to represent a

278 real environment, in which several people are talking at the same time, simulating  
279 the sounds found in social settings that interfere directly in the ability to  
280 communicate.

281

282 Based on monaural low-redundancy tests to assess central auditory processing  
283 (CAP), the intensities used for the two types of noise employed following  
284 signal/noise ratios: 0, 10 and 15 dBNA. The purpose was to evaluate the ability of  
285 participants to integrate auditory information in unfavorable listening conditions  
286 [19].

287

288 Discussion of the results

289

290 In difficult-to-hear situations, such as the simultaneous presence of speech and  
291 noise, it is known that the greater the competitive noise intensity, the worse the  
292 speech recognition performance [20]. According to the results obtained,  
293 irrespective of the type of speech analyzed, the higher the intensity, whether white  
294 or speech noise, the lower the number of correct responses to the sentences.

295

296 A larger number of correct responses were recorded with speech noise when  
297 compared to white noise, for both familiar speech at all the intensities presented  
298 and standard speech at intensities of 50 and 55 dBSL. These findings corroborate  
299 those of studies that demonstrated better recognition performance when speech is  
300 presented concomitantly with acoustically modified noise than noise with stable  
301 amplitude, as in white noise [17, 21]. This improved performance is defined in the  
302 literature as masking release and is explained by the capacity of humans to learn  
303 speech sounds when the masking noise exhibits undulating frequencies, such as

304 speech noise, which allows the speaker to integrate at the cortical level segments  
305 of speech or acoustic clues perceived in temporal gaps and/or frequency  
306 characteristics, and may be able to restore speech content [6, 17, 22].

307

308 The findings of a study that compared the speech recognition index (SRT) in young  
309 normal-hearers, obtained with white sound and “cocktail party” noise that  
310 simulates a social setting, found that at the same noise/signal ratio, the second  
311 sound compromises speech intelligibility even more because the sound of many  
312 voices at the “cocktail party” contains false auditory clues that confuse the hearer  
313 [23]. However, it is important to point out that, in addition to the unprecedented  
314 findings of the present study in terms of familiar speech recognition, HINT-Brazil  
315 sentence stimuli were also used for standard speech. In the aforementioned study,  
316 the results were obtained using SRI and assessment of speech intelligibility.  
317 Moreover, the speech noise used in that study (“cocktail party”) contained not only  
318 speech sounds, but noises that simulated a party setting, that is, more complex  
319 acoustic noise.

320

321 It is known that speech recognition performance in the presence of noise also  
322 varies with the nature of the masking sound, in addition to its intensity [24, 25, 26,  
323 27]. Thus, a comparison of the number of correct responses to HINT-Brazil  
324 sentences between standard and familiar speech demonstrated that participants  
325 performed better with the familiar speech stimulus at an intensity of 55 dBSL  
326 using white noise. This result corroborates the findings reported by Graux et al.  
327 [28] on the existence of unique processing for familiar voices that influence  
328 auditory sensory integration. Thus, distinguishing between familiar and unknown  
329 voices may involve different neuronal networks.

330

331 According to Barreto and Silva [9], sensory information such as visual, olfactory  
332 and auditory information can trigger behavioral and physiological reactions. As  
333 such, a stimulus such as familiar speech has indirect access to the limbic system,  
334 which is responsible for controlling emotions, the autonomous nervous system,  
335 learning and memory functions as well as essential motivational processes.

336

337 Giudice et al. [29] assessed residual cognitive skills and state of awareness in  
338 patients with locked-in syndrome in a vegetative state, by presenting familiar and  
339 unknown speech stimuli. According to the authors, the sound of a relative's voice  
340 can increase the processing of auditory information and cause high  
341 desynchronization in the right cerebral hemisphere, with electroencephalographic  
342 recordings providing neuroscientific evidence. Likewise, the results found in the  
343 present study suggest that self-relevant familiar voice stimuli may involve  
344 additional attention resources, thereby favoring speech recognition in the  
345 presence of competitive noise.

346

347 In addition, the fact that familiar voices exhibit a considerably different content [8]  
348 is, in principle, an advantage for enhanced recognition in difficult-to-hear  
349 situations, such as white noise at the high intensity tested in the present study. For  
350 intensities of 40 and 50 dBSL, that is, for relatively more favorable situations, the  
351 absence of statistical significance suggests that the degree of difficulty in these two  
352 situations is not sufficiently significant to require increased attention in the  
353 cerebral cortex, even with the use of familiar voice clues.

354

355



**356 Conclusions**

357 The present study confirmed that the greater the noise intensity, the lower the  
358 number of correct responses to the sentences, irrespective of the stimulus used.  
359 Furthermore, it revealed that the use of speech noise with standard speech at  
360 intensities of 50 and 55 dBSL produced more correct responses than with white  
361 noise, whereas for familiar speech, the use of speech noise resulted in more correct  
362 responses than white noise at the three intensities tested. Finally, the number of  
363 correct responses for familiar speech was higher than for standard speech with  
364 competitive white noise at an intensity of 55 dBSL.

365

**366 Supporting information**

367 **S1 Appendix.** A questionnaire was applied to screen participants for the inclusion  
368 and exclusion criteria established.

## Appendix. Questionnaire

### I. Registration chart n°.

0	1	2	3	4	5	6
0	1	2	3	4	5	6

Date: \_\_\_\_\_ Date of birth: \_\_\_\_\_ Sex: F ( ) M ( )

Telephone: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

Address: \_\_\_\_\_

### II. Information:

#### 1) Presents with:

( ) Vertigo

( ) Dizziness

( ) Other vestibulocochlear changes

#### 2) History of ear surgery

Yes ( ) No ( )

#### 3) Subjects with hereditary cases of deafness in second-degree relatives:

Yes ( ) No ( )

#### 4) Use of ototoxic medication:

Yes ( ) No ( )

#### 5) Auditory rest of at least 14 hours:

Yes ( ) No ( )

#### 6) Auditory complaints:

Hearing loss? ( ) Yes ( ) No

Ringing? ( ) Yes ( ) No

Earache? ( ) Yes ( ) No

Plugged-up feeling in the ear? ( ) Yes ( ) No

Discomfort from high-intensity sounds? ( ) Yes ( ) No

History of middle ear infection? ( ) Yes ( ) No

More than three infections in the current year? ( ) Yes ( ) No

**7) Exposure to occupational noise?** ( ) Yes ( ) No

Works or has worked in a noisy environment? ( ) Yes ( ) No

If yes, for how long? \_\_\_\_\_

**8) Exposure to leisure noise?** ( ) Yes ( ) No

**9) Has undergone chemotherapy?** ( ) Yes ( ) No

## References

1. Miranda EC, Costa MJ. Reconhecimento de sentenças no silêncio e no ruído em indivíduos jovens adultos normo-ouvintes em campo livre. *Fono Atual*. 2006; 8: 4-12.
2. Lessa AH, Padilha CB, Santos SN, Costa MJ. Reconhecimento de sentenças no silêncio e no ruído, em campo livre, em indivíduos portadores de perda auditiva de grau moderado. *Arq Int Otorrinolaringol*. 2012; 16: 16-25.
3. Calais LL, Lima-Gregio AM, Gil D, Borges ACLC. Reconhecimento de fala e a previsibilidade da palavra em idosos: Revisão de literatura. *Distúrb Comum*. 2014; 26: 386-394.
4. Caporali AS, Silva JA. Reconhecimento de fala no ruído em jovens e idosos com perda auditiva. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2004; 70: 525-532.
5. Gama M.R. Percepção da fala: Uma proposta de avaliação qualitativa. São Paulo: Pancast; 1994.
6. Grose JH, Griz S, Pacifico FA, Advincula KP, Menezes DC. Modulation masking release using the Brazilian-Portuguese HINT: Psychometric functions and the effect of speech time compression. *Int J Audiol*. 2015; 54: 274–281.
7. Musiek FE, Oxholm VB. Anatomy and physiology of the central auditory nervous system: a clinical perspective. In: *Audiology: Diagnosis*. New York: Thieme Medical Publishers; 2000. pp. 47-71.
8. Giudice R, Lechinger J, Wislowska M, Heib DP, Hoedlmoser K, Schabus M. Oscillatory brain responses to own names uttered by unfamiliar and familiar voices. *Brain Res*. 2014; 1591: 63–73.
9. Barreto JEF, Silva LP. Sistema límbico e as emoções: uma revisão anatômica. *Rev Neurocienc*. 2010; 18: 386-394.

10. Clarke CM, Garrett MF. Rapid adaptation to foreign-accented English. *J Acoust Soc Am.* 2004; 116: 3647–3658.
11. Jesse A, McQueen JM, Page M. The locus of talker-specific effects in spoken-word recognition. In: Trouvain J, Barry WJ, editors. *International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS 200J)*. Dudweiler: Pirrot; 2007. pp.1921-1924.
12. American National Standard Institute. American National Standard Specification for Audiometers. ANSI S3.6-2004. New York: ANSI, 2004. Available from: <https://www.ansi.org>
13. American National Standard Institute. Specifications for audiometers. ANSI S3.6. New York. 1991. Available from: <https://www.ansi.org>
14. Costa MJC, Iorio MCM, Albernaz PLM. (2000) Desenvolvimento de um teste para avaliar a habilidade de reconhecimento de fala no silêncio e no ruído. *Pro Fono* 12(2): 9-16.
15. House Ear Institute (HEI). (2008) Human communication sciences and devices. Available from: < <http://www.hei.org/research/hcsd/projandcollab.html>
16. Melo RC. (2015) HINT: um estudo sobre os critérios de julgamento no Brasil. [Dissertação de Mestrado]. Recife: UFPE.
17. Advíncula KP, Menezes DC, Pacífico FA, Griz SMS. (2013) Percepção da fala em presença de ruído competitivo: o efeito da taxa de modulação do ruído mascarante. *Audiol Commun Res.* 18(4): 238-44.
18. Menezes PL, Teixeira CF. Ruídos. In: Menezes PL, Neto SC, Motta M A. (2005) *Biofísica da Audição*. São Paulo: Lovise.
19. Pereira LD, Schochat E. (1997) *Processamento auditivo central: manual de avaliação*. São Paulo: Lovise.
20. Kuchar J, Junqueira CMC. (2010) Inteligibilidade de fala com e sem ruído em indivíduos expostos à música eletrônica. *Braz J Otorhinolaryngol* 76(3): 280-6.

21. Kwon BJ, Perry TT, Wilhelm CL, Healy EW. (2012) Sentence recognition in noise promoting or suppressing masking release by normal-hearing and cochlear-implant listeners. *J Acoust Soc Am* 131(4): 3111-9.
22. Paula A, Oliveira JAP, Godoy NM. (2000) Baixa discriminação auditiva em ambiente competitivo de pacientes jovens com audiograma normal. *Braz J Otorhinolaryngol* 66(5): 439-42.
23. Mantelatto SAC. (1998) Percepção da Inteligibilidade de Fala por Sujeitos Jovens com audição normal frente à ruídos competitivos. [Dissertação de Mestrado]. Ribeirão Preto: FFCLRP/USP.
24. Gustafsson HA, Arlinger SD. (1994) Masking of speech by amplitude-modulated noise. *J Acoust Soc Am* 95(1): 518-29.
25. Füllgrabe C, Berthommier F, Lorenzi C. (2006) Masking release for consonant features in temporally fluctuating background noise. *Hear Res* 211(1-2): 74-84.
26. Hall JW, Buss E, Grose JH, Roush PA. (2012) Effects of age and hearing impairment on the ability to benefit from temporal and spectral modulation. *Ear Hear* 33(3): 340-8.
27. Buss E, He S, Grose JH, Hall JW 3rd. (2013) The monoaural temporal window based on masking period pattern data in school-aged children and adults. *J Acoust Soc Am* 133(3): 1586-97.
28. Graux J, Gomot M, Roux S, Bonnet-Brilhault F, Bruneau N. (2015) Is my voice just a familiar voice? An electrophysiological study. *Soc Cogn Affect Neurosci* 10: 101-5.
29. Giudice R, Blume C, Wislowska M, Lechinger J, Heib D, P.J. , Pichler G, Donis J, Michitsch G, Gnjezda MT, Chinchilla M, Machado C, Schabus M. (2016) Can self-relevant stimuli help assessing patients with disorders of consciousness? *Conscious Cogn* 44: 51–60.

## 6. PATENTE

Após a elaboração do capítulo de livro e dos artigos originais já descritos, a falta de um dispositivo que pudesse contribuir para o ensino em sala de aula sobre os temas de inteligibilidade de fala em meio a ruídos e também sobre localização de fontes sonoras impulsionou os autores a desenvolverem uma patente de modelo de utilidade utilizando-se fones e microfones.

Este dispositivo associa tecnologia à própria fala humana para simular ambientes reais, em que os alunos poderão experienciar mecanismos fisiológicos que lhes permitam compreender os temas de maneira mais eficaz nas aulas de psicoacústicas ou áreas afins.

Desta forma, tais apontamentos culminaram com o depósito de uma patente em 11/01/2017. Posteriormente, houve a transferência de titularidade para a UFAL em 24/10/2017 - Número do Processo: BR 20 2017 000574 2) (Anexo E).

## **6.1 Kit didático de fones e microfones para ensino dos mecanismos de localização sonora e da compreensão da fala no ruído**

### 1- TÍTULO DA INVENÇÃO:

Kit didático de fones e microfones para ensino dos mecanismos de localização sonora e da compreensão da fala no ruído.

### 2- OBJETO DA INVENÇÃO:

[001] A presente patente de modelo de utilidade tem por objetivo um dispositivo acessório, para uso em salas de aulas ou em ambientes lecionáveis, com o intuito de permitir a realização de aulas práticas, da disciplina psicoacústica, sobre os temas localização sonora humana e compreensão da fala na presença de ruído.

[002] O estudo sobre os temas localização sonora humana e compreensão da fala na presença de diferentes tipos de ruídos na disciplina psicoacústica ainda representa algo exclusivamente teórico; o motivo deve-se a falta de um dispositivo que atenda às necessidades da disciplina. Conforme estudado por Faller e Merimaa (Faller C, Merimaa J. Source localization in complex listening situations: selection of binaural cues based on interaural coherence. J Acoust Soc Am. 2004;116(5):3075-89), a localização sonora acontece, basicamente, por meio de dois mecanismos: o intervalo de tempo entre a entrada do som em um ouvido e sua entrada no oposto; e a diferença entre as intensidades de sons nos ouvidos. De acordo com Russo e Behlau (Russo ICP, Behlau M. Percepção da Fala: Análise Acústica. São Paulo, 1993, Lovise, 57p), dentre as habilidades auditivas, a compreensão é a capacidade auditiva mais refinada, pois requer que o indivíduo compreenda o significado da mensagem. Para que ele compreenda, é necessário que ele tenha o domínio das habilidades auditivas anteriores, como a detecção (habilidade de perceber a presença ou a ausência de som), a discriminação (habilidade de diferenciar dois ou mais estímulos sonoros), o reconhecimento (habilidade de identificar o som e a fonte sonora com capacidade de classificar ou nomear o que ouviu) e, por fim, a compreensão (estabelecimento de relações entre o estímulo sonoro produzido, outros eventos do ambiente e o próprio comportamento). Diante de ruídos, a compreensão da fala é bastante prejudicada e o uso de um único dispositivo que possa simular diversos ambientes ruidosos, seria uma maneira bastante



efetiva de demonstrar, em sala de aula, a realidade diária, uma vez o ruído está presente em uma variedade de ambientes no dia-a-dia.

[003] O fato de não ser algo visível e de fácil compreensão, como evidenciado anteriormente, torna a utilização do dispositivo proposto uma alternativa extremamente positiva e deveras interessante. Além disso, uma aula exclusivamente teórica sobre os temas restringe a capacidade do aluno de reter a informação apresentada.

### 3- PROBLEMA QUE A INVENÇÃO SE PROPOE A RESOLVER:

[004] O objeto da presente patente é tornar a experiência que, atualmente, é estritamente teórica, em uma experiência teórico-prática sobre os temas localização sonora humana e compreensão da fala na presença de ruídos competitivos. Sabe-se que o processo de aprendizagem humana depende de vários fatores, entre eles estão: repetições, associações, regressões, entre outros. Uma aula estritamente teórica não compreende a totalidade desse processo, acessando, na maioria das vezes, apenas o processo de aprendizagem por repetições visuais, escritas ou faladas. A utilização do dispositivo apresentado facilitará, também, o acesso a esse processo tão complexo que é o de aprendizagem humana.

[005] Ao ser utilizado o dispositivo apresentado, o usuário compreenderá, sensorialmente, os meios para que um som seja localizado, além de experimentar as dificuldades apresentadas pelos diferentes tipos de ruído na habilidade de compreensão da fala mediante ruídos do dia-a-dia. Além disso, por meio das funcionalidades do objeto da presente patente, o usuário será testado acerca de sua própria localização sonora, por meio da inversão do processo fisiológico, por exemplo. O esclarecimento de aspectos como este, método prático de simulação do processo de localização sonora associado a reprodução de diferentes tipos de ruídos, é inovador e de extrema importância para a compreensão da fisiologia

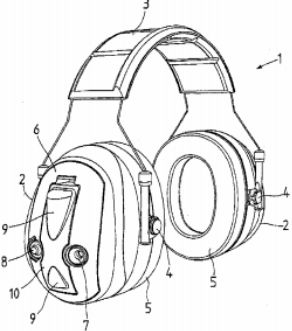
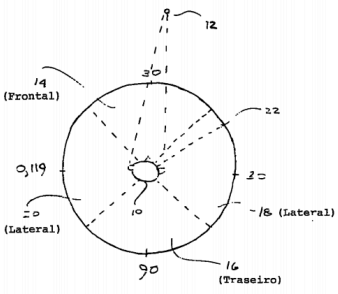
### 4- CAMPO DE ATUAÇÃO:

[006] Este dispositivo, para uso em salas de aulas ou em ambientes lecionáveis, integrará os recursos auxiliares de professores da disciplina psicoacústica, sobre os temas localização sonora humana e compreensão da fala na presença de ruído.

## 5- ESTADO DA TÉCNICA:

[007] Poucos são as patentes que abordam a temática localização sonora ou fala com ruído e nenhuma patente que relaciona as duas temáticas simultaneamente foi localizada por meio das buscas em bases de dados de patentes nacionais e internacionais (Instituto Nacional de Propriedade Industrial - INPI, Organização Mundial da Propriedade Intelectual - WIPO e *Derwent Innovations Index da Thomson Reuters Scientific – DERWENT*).

## 6- DESCRIÇÃO DA ABORDAGEM DO PROBLEMA TÉCNICO:

Busca de Anterioridade	Características Negativas	O que a presente patente se propõe a resolver
	<p>Protetor auditivo que tem o objetivo de proteger a audição contra ruídos e promover uma comunicação seletiva. Não apresenta a possibilidade de atuar no mecanismo de localização sonora e/ou compreensão de fala com diferentes tipos de ruídos.</p>	<p>Possibilitar experiências práticas para o ensino dos mecanismos de localização sonora e da compreensão da fala no ruído na disciplina de psicoacústica.</p>
	<p>Sistema de fones de cabeça para proporcionar o posicionamento de imagem sonora, contudo, sem possibilidade de inversão do mecanismo fisiológicos e sem a possibilidade de associação ao mecanismo de compreensão de fala no ruído.</p>	

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

## 7- DESCRIÇÃO DAS FIGURAS:

[008] O kit didático composto por fones, microfones e placa, Fig.1, consiste de um console (1) que possui um botão liga/desliga (2), uma entrada para fonte de alimentação (3), um amplificador de áudio (4) e um gerador de ruído (5).

## 8- DESCRIÇÃO DA TÉCNICA:

[009] O console estará conectado a um dispositivo de microfone/fone (6) do tipo concha com perfeita vedação dos pavilhões auriculares e os microfones em questão estão dispostos em cada lado dos fones. Os microfones e os fones do dispositivo (6) se conectam ao console através das entradas de microfone para os lados direito (7) e esquerdo (8), e das saídas de fones direito (9) e esquerdo (10). Cada microfone possui como objetivo o envio, ao amplificador, de mensagens sonoras captadas. O amplificador (4), por sua vez, enviará a mensagem sonora captada pelos microfones (7) (8) a um dos lados dos fones, esteja este situado no mesmo lado ou do lado contrário do amplificador, ou aos dois lados do fone (9) (10) ao mesmo tempo. A mecânica descrita anteriormente permitirá que, por meio da escolha do usuário, uma mensagem sonora captada em um dos lados do indivíduo, por meio de um microfone (7) (8), seja enviada ao outro lado por meio de um amplificador de dois canais (4); permitirá ainda experienciar a compreensão da fala associada aos ruídos, o que possibilitará entender melhor o processo de inteligibilidade da fala. Para a utilização do dispositivo, os ajustes serão feitos através das chaves e botões na tela do dispositivo, Fig. 2: O controle da intensidade das saídas de som será feito por meio dos botões (11) e (12) para as orelhas direita e esquerda, respectivamente. Será possível determinar a intensidade geral de áudio através do botão (13). Será possível o avaliador selecionar o envio da mensagem sonora captada a um dos lados ou aos dois lados ao mesmo tempo através da chave seletora (14), o tipo de ruído através da chave seletora (15) e se o ruído estimulará a orelha direita e/ou a esquerda (16). Após as escolhas anteriormente descritas, será possível determinar a intensidade de ruído por meio das chaves seletoras (17) e (18) para as orelhas direita e esquerda, respectivamente. O console terá entradas de microfone auxiliar/fala-ruído (19) e auxiliar de som/fala-ruído (20); será possível controlar a intensidade do microfone auxiliar/fala-ruído por meio do botão (21).

[010] A mecânica descrita anteriormente permitirá que, por meio da escolha do usuário, uma mensagem sonora captada em um dos lados do indivíduo, por meio de um microfone (7) (8), seja enviada ao outro lado por meio de um amplificador de dois canais (4). Permitirá ainda experienciar a compreensão da fala associada aos ruídos, o que possibilitará entender melhor o processo de inteligibilidade da fala.

[011] Além disso, a produção dos diferentes tipos de ruídos será feita pelo gerador de ruídos (5), configurados para emitir ruídos branco, speech noise ou ruído rosa (15). O ruído de fala será enviado ao fone por meio de entrada de microfone auxiliar/fala-ruído (19) e auxiliar de som/fala-ruído (20), o qual transmitirá o estímulo ao amplificador (4) e depois aos fones (9) (10), podendo o controle de intensidade de cada lado ser controlado (17) (18).

#### 9- RESULTADOS OBTIDOS:

[012] Por meio do kit didático, composto por um fone tipo concha, dois microfones e um amplificador de dois canais, a mensagem sonora é captada pelos microfones e enviada ao amplificador, o qual envia a mensagem sonora a um dos lados dos fones, esteja este situado no mesmo lado ou do lado contrário do amplificador, ou aos dois lados.

[013] A mecânica descrita permite que, por meio da escolha do usuário, uma mensagem sonora captada em um dos lados do indivíduo seja enviada ao outro lado por meio de um amplificador de dois canais. Permite ainda a experiência da compreensão da fala associada aos ruídos branco, ruído de fala e ruído rosa, a partir do gerado de ruídos.

[014] O dispositivo resulta em um melhor entendimento sobre o processo de localização sonora, assim como todo o processo de inteligibilidade da fala em meio a diferentes ruídos competitivos.

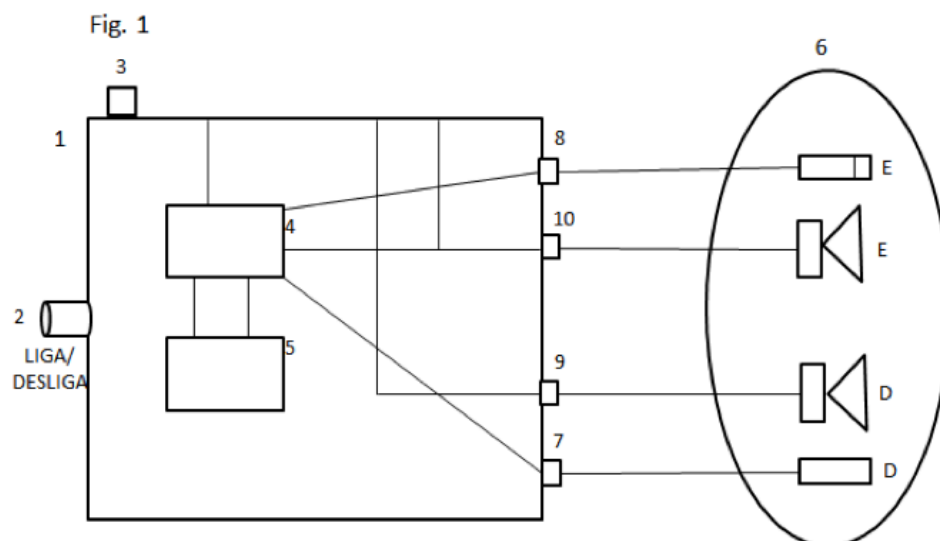
#### 10- VANTAGENS DA PATENTE:

[015] Salutar é ressaltar o benefício do processo de aprendizagem humana nos ambientes lecionáveis, quando forem abordados os temas e utilizado o objeto da presente patente. Por meio da oportunidade de uma experiência prática sobre os temas, o usuário será convidado a não apenas assistir à aula, mas a senti-la; a compreender o objeto e objetivo daquela aula.

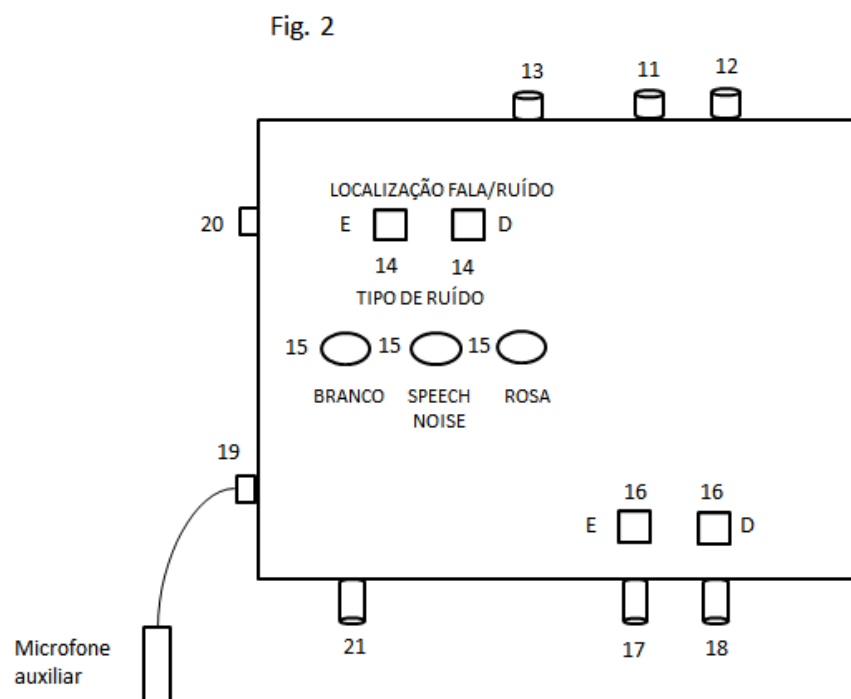
[016] Os objetos da presente patente agregarão, de fato, e de forma positiva, à disciplina de psicoacústica no que se refere aos temas localização sonora humana e compreensão da fala.

#### 11- DESENHOS:

## DIAGRAMA DE BLOCOS



## VISTA FRONTAL DO DISPOSITIVO



## 12- RESUMO:

[017] O presente modelo refere-se a um Kit didático de fones e microfones para ensino prático da disciplina de psicoacústica. O principal objetivo é tornar as aulas desta disciplina referentes à localização sonora humana e à compreensão da fala em meio a ruídos competitivos mais acessíveis e menos abstratas. O kit didático é composto por um fone tipo concha, dois microfones e um amplificador de dois canais.

[018] A mensagem sonora é captada pelos microfones e enviada ao amplificador, o qual enviará a mensagem sonora a um dos lados dos fones, esteja este situado no mesmo lado ou do lado contrário do amplificador, ou aos dois lados.

[019] A mecânica descrita anteriormente permitirá que, por meio da escolha do usuário, uma mensagem sonora captada em um dos lados do indivíduo seja enviada ao outro lado por meio de um amplificador de dois canais. Permitirá ainda experimentar a compreensão da fala associada aos ruídos branco, speech noise e rosa, a partir do gerador de ruídos, o que possibilitará entender melhor o processo de inteligibilidade da fala.

### 13- REIVINDICAÇÕES:

O Kit didático de fones e microfones para ensino dos mecanismos de localização sonora e da compreensão da fala no ruído é caracterizado por um dispositivo capaz de simular os mecanismos fisiológicos da localização sonora e apresentar diferentes tipos de ruído juntamente com a fala a fim de exemplificar as dificuldades de compreensão da fala na presença destes ruídos competitivos, permitindo ao usuário compreender de maneira prática e sensorial esse processo.

O Kit didático de fones e microfones é caracterizado por um console (1) que possui um botão liga/desliga (2) e entradas de microfone auxiliar/fala-ruído (19) e auxiliar de som/fala-ruído (20) com botão de controle a intensidade do microfone auxiliar/fala-ruído (21), uma entrada para fonte de alimentação (3), um amplificador de áudio (4), um gerador de ruído (5) e um fone de ouvido do tipo concha (6) com dois microfones acoplados (7) (8), um em cada orelha, e com saídas de fones direito (9) e esquerdo (10).

O Kit didático de fones e microfones é caracterizado por uma tela que apresenta chaves seletoras e botões para: controle da intensidade das saídas de som para as orelhas direita (11) e esquerda (12), controle da intensidade geral de áudio (13), escolha da localização sonora/ruído (14), escolha do tipo de ruído (15) e do(s) lado(s) a ser(em) estimulado(s) (16), controle de intensidade de ruído para as orelhas direita e esquerda (17) e (18).

### 14- PALAVRAS CHAVE:

Localização sonora/sound localization; ruído/noise; fala/speech.

## 7. CONCLUSÃO

Por ser um dos aspectos mensuráveis mais importantes da função auditiva, a habilidade de discriminação de fala e os testes utilizados na prática clínica para esta avaliação são de grande importância para o diagnóstico audiológico.

O capítulo de livro apresentado caracteriza-se como uma referência inovadora no que se refere a supressão das emissões otoacústicas evocadas, uma vez que apresentou uma série de possibilidades referentes ao conteúdo, além de provocar inquietação e incentivar outros pesquisadores a aprofundar a temática.

Os artigos submetidos, por sua vez, esclareceram mecanismos até então pouco estudados e permitiram um olhar abrangente sobre os temas trabalhados, principalmente no que diz respeito às novas técnicas de captação das EOAs e do uso da própria fala humana como objeto de estudo, o que permitirá aprofundar o estudo do funcionamento das CCEs e possibilitará um diagnóstico mais preciso para a população com queixa de dificuldade de discriminação da fala em ambiente com ruídos competitivos.

Além disso, o dispositivo desenvolvido e apresentado em formato de patente poderá começar a ser testado em salas de aula, com o objetivo de iniciar um estudo sobre sua eficácia na melhora da apreensão de conhecimentos sobre o tema por alunos das disciplinas que abordam os assuntos em destaque e ainda poderá ser um ponto de partida para o desenvolvimento de um novo dispositivo de diagnóstico audiológico.

## EPÍLOGO

Esta tese apresentou um panorama do trabalho de pesquisa da doutoranda no período de 2014 a 2017 como um dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Biotecnologia, pelo Programa de Pós-graduação em Química e Biotecnologia, área de concentração: Biotecnologia em Saúde, da UFAL.

A ideia de aprofundar o estudo dos mecanismos fisiológicos envolvidos no processo de compreensão de fala no ruído por meio da avaliação da importância das CCEs resultou na produção de um capítulo de livro publicado, dois artigos originais submetidos a revistas com Qualis A1 e em uma patente modelo de utilidade submetida junto ao Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) da UFAL.

Como perspectivas futuras, sugere-se a continuidade dos estudos com a utilização da própria fala humana como competição sonora à emissão de palavras ou sentenças, simulando ambientes e dificuldade reais, o que caracteriza um grande avanço para a área audiológica. Além disso, o estudo de diferentes grupos, como por exemplo, de indivíduos com déficits de atenção, assim como a definição de um novo roteiro metodológico que permita maior controle sobre a escuta ativa dos participantes devem resultar em outros achados inovadores e significativos.

Estudos que propiciem uma avaliação mais criteriosa nos indivíduos com estas dificuldades devem ser encorajados, uma vez que aprofundar e conhecer todo o mecanismo envolvido nesta dinâmica, desde a detecção do som até a sua compreensão, possibilitará o desenvolvimento de novos testes diagnósticos com maior precisão para a população com queixas de dificuldades de inteligibilidade de fala em meio a ruídos e oportunizará a elaboração de terapias para estimulações específicas.

Além disso, o desenvolvimento de novas tecnologias irá contribuir com a equipe multidisciplinar em relação ao planejamento e execução da avaliação clínica audiológica, assim como complementar os testes diagnósticos e o aprimoramento de possíveis condutas terapêuticas.

*Kelly Cristina Lira de Andrade*



## REFERÊNCIAS

ANDRADE KCL, CAMBOIM ED, SOARES IA, PEIXOTO MVS, NETO SC, MENEZES PL. (2011). The importance of acoustic reflex for communication. **American Journal of Otolaryngology–Head and Neck Medicine and Surgery**. 2011. 32: 221-227.

ARIETA MA. **Teste de percepção de fala HINT Brasil em normo-ouvintes e usuários de aparelhos auditivos – Atenção à saúde auditiva** [Dissertação] Campinas – São Paulo: Programa de Pós- graduação em saúde coletiva/Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 2009.

BERLIN CI, HOOD LJ, WEN H, SZABO P, CECOLA RP, RIGBY P, JACKSON DF. Contralateral suppression of non-linear click-evoked otoacoustic emissions. **Hear Res**. 1993. 71(1-2):1-11.

BOER J DE, THORNTON ARD. Neural correlates of perceptual learning in the auditory brainstem: efferent activity predicts and reflects improvement at a speech-in-noise discrimination task. **J Neurosci**. 2008. 28(19):4929-4937.

BRUEL MLF, SANCHES TG, BENTO R. Vias auditivas eferentes e seu papel no sistema auditivo. **Arq Otorrinolaringol**. 2001. 5(2):62-67.

BURGUETTI FAR. **Supressão das Emissões Otoacústicas e Sensibilização do Reflexo Acústico no Distúrbio de Processamento Auditivo** [tese] Universidade de São Paulo/USP, 2007.

CALAIS LL, LIMA-GREGIO AM, GIL D, BORGES ACLC. Reconhecimento de fala e a previsibilidade da palavra em idosos: Revisão de literatura. **Distúrb Comum**. 2014. 26:386-394.

CAMPOS U de P, SANCHES SG, HATZOPOULOS S, CARVALHO RMM, KOCHANEK K, SKARZYNSKI H. Alteration of distortion product otoacoustic emission input-output functions in subjects with a previous history of middle ear dysfunction. **Med Sci**. 2012. 18(4):27-31.

CAPORALI SA, SILVA JA DA. Reconhecimento de fala no ruído em jovens e idosos com perda auditiva. **Rev Bras Otorrinolaringol**. 2004. 70(1):525-532.

CASTOR X, VEUILLET E, MORGON A, COLLET L. Influence of aging on active cochlear micromechanical properties and on the medial olivocochlear system in humans. **Hear Res**. 1994. 77(1-2):1-8.

CLARKE CM, GARRETT MF. Rapid adaptation to foreign-accented English. **J Acoust Soc Am**. 2004. 116: 3647–3658.

COLLET L, KEMP DT, VEUILLET E, DUCLAUX R, MOULIN A, MORGON A. Effect of contralateral auditory stimuli on active cochlear micromechanical properties in human subjects. **Hear Res**. 1990. 43(2-3):251-261.

- CORRÊA GF, RUSSO ICP. Autopercepção do handicap em deficientes auditivos adultos e idosos. **Rev Cefac**. 1999. 1(1):54-63.
- CÓSER PL, COSTA MJ, CÓSER MJS, FUKUDA Y. Reconhecimento de sentenças no silêncio e no ruído em indivíduos portadores de perda auditiva. **Rev Bras Otorrinolaringol**. 2000. 66(4):362-370.
- DANIELI F, BEVILACQUA MC. Reconhecimento de fala em crianças usuárias de implante coclear utilizando dois diferentes processadores de fala. **Audiology Communication Research**. 2013. 18(1): 17-23.
- DUARTE VG. **O efeito do ruído na percepção de fala de indivíduos ouvintes jovens e idosos** [tese]. São Paulo: Pontífica Universidade Católica de São Paulo; 1998.
- FREITAS CD, LOPES LF, COSTA MJ. Confiabilidade dos limiares de reconhecimento de sentenças no silêncio e no ruído. **Rev Bras Otorrinolaringol**. 2005. 71(5):624-630.
- GALAMBOS R. Suppression of auditory nerve activity by stimulation of efferent fibers to cochlea. **J Neurophysiol**. 1955. 19(5):424-437.
- GAMA MR. **Percepção de fala: uma proposta de avaliação qualitativa**. 1 ed. São Paulo. Pancast. 1994.
- GIRAUD AL, GARNIER S, MICHEYL C, LINA G, CHAYS A, CHÉRY-CROZE S. Auditory efferents involved in speech-in-noise intelligibility. **Neuroreport**. 1997. 8(7):1779-1783.
- GIUDICE R, LECHINGER J, WISLOWSKA M, HEIB DPJ, HOEDLMOSER K, SCHABUS M. Oscillatory brain responses to own names uttered by unfamiliar and familiar voices. **Brain Res**. 2014. 3(1591):63-73.
- GIUDICE R, BLUME C, WISLOWSKA M, LECHINGER J, HEIB DPJ, PICHLER G, et al. Can self-relevant stimuli help assessing patients with disorders of consciousness? **Conscious Cogn**. 2016. 44: 51–60.
- GRATALOUP C, HOEN M, VEUILLET E, COLLET L, PELLEGRINO F, MEUNIER F. Speech restoration: an interactive process. **J speech, Lang Hear Res**. 2009. 52(4):827-838.
- GROSE JH, MAMO SK, HALL JW. Age effects in temporal envelope processing: speech unmasking and auditory steady state responses. **Ear Hear**. 2009. 30(5):568-575.
- GROSE JH, GRIZ S, PACIFICO FA, ADVINCULA KP, MENEZES DC. Modulation masking release using the Brazilian-Portuguese HINT: Psychometric functions and the effect of speech time compression. **Int J Audiol**. 2015. 54: 274–281.
- GUINAN JR JJ, BACKUS BC, LILAONITKUL W, AHARONSON V. Medial olivocochlear efferent reflex in humans: otoacoustics emission (OAE)

- measurement issues and advantages of stimulus frequency OAES. **Journal of the Association for Research in Otolaryngology**. 2013. 4:521-540.
- HOOD LJ, BERLIN CI, HURLEY A, CECOLA RP, BELL B. Contralateral suppression of transient-evoked otoacoustic emissions in humans: intensity effects. **Hear Res**. 1996. 101(1-2):113-1188.
- JECK LT, RUTH RA, SCHOENY ZG. High frequency sensitization of the acoustic reflex. **Ear and Hearing**, 1983. 4(2), 98-101.
- JESSE A, MCQUEEN JM, PAGE M. The locus of talker-specific effects in spoken-word recognition. In: Trouvain J, Barry WJ, editors. **International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS 200J)**. Dudweiler: Pirrot; 2007. pp.1921-1924.
- KUMAR UA, VANAJA CS. Functioning of olivocochlear bundle and speech perception in noise. **Ear Hear**. 2004. 25(2):142-146.
- LESSA AH, PADILHA CB, SANTOS SN, COSTA MJ. Reconhecimento de sentenças no silêncio e no ruído, em campo livre, em indivíduos portadores de perda auditiva de grau moderado. **Arq Int Otorrinolaringol**. 2012. 16: 16-25.
- LIM DJ. Functional structure of the organ of Corti: a review. **Hear Res**. 1986. 22:117-146.
- LONSBURY-MARTIN BL, MARTIN GK, MCCOY MJ, WHITEHEAD ML. New approaches to the evaluation of the auditory system and a current analysis of otoacoustic emissions. **Otolaryngol Neck Surg**. 1995. 112(1):50-63.
- MIRANDA EC, COSTA MJ. Reconhecimento de sentenças no silêncio e no ruído em indivíduos jovens adultos normo-ouvintes em campo livre. **Fono Atual**. 2006. 8:4-12.
- MUCHNIKA C, ROTH DAE, OTHMAN-JEBARA R, PUTTER-KATZ H, SHABTAI EL, HILDESHEIMER M. Reduced medial olivocochlear bundle system function in children with auditory processing disorders. **AudiolNeuro-Otology**. 2004. 9(2):107-114.
- MUSIEK FE, OXHOLM VB. Anatomy and physiology of the central auditory nervous system: a clinical perspective. In: **Audiology: Diagnosis**. New York:Thieme Medical Publishers; 2000. p. 47-71.
- NORTON SJ, STOVER LJ. Otoacoustic emissions: An emerging tool. In: **Handbook of clinical audiology**. Baltimore, editor. 4th ed. William and Willians:1994.
- PICHORA-FULLER MK, SOUZA PE. Effects of aging on auditory processing of speech. **Int J Audiol**. 2003. 42(Suppl 2):11-16.
- SAMSON F, ZEFFIRO TA, TOUSSAINT A, BELIN P. Stimulus complexity and categorical effects in human auditory cortex: An activation likelihood estimation meta-analysis. **Front Psychol**. 2011. JAN(1):241.

SANCHES SGG, CARVALHO RM. Contralateral suppression of transient evoked otoacoustic emissions in children with auditory processing disorder. **AudiolNeurotol.** 2006. 11(6):366-372.

THEUNISSEN M, SWANEPOEL DW, HANEKOM J. Sentence recognition in noise: Variables in compilation and interpretation of tests. **Int J Audiol.** 2009. 48:743-757.

VEUILLET E, COLLET L, DUCLAUX R. Effect of contralateral acoustic stimulation on active cochlear micromechanical properties in human subjects: dependence on stimulus variables. **J Neurophysiol.** 1991. 65(3):724-735.

WARR WB. Efferent components of the auditory system. **Ann OtoRhinoLaryngol.** 1980. 89(5 Pt 2):114-120.

ZIEGLER JC, CATHERINE P, GEORGE F, LORENZI C. Speech perception in noise deficits in dyslexia. **Dev Sci.** 2009. 12(5):732-745.



**ANEXO A – Listas do HINT Brasil****LISTA 1**

- 01 Mal dá pra assistir televisão.
- 02 Vou acordar bem cedo.
- 03 A torneira tá pingando.
- 04 Tem gente me esperando.
- 05 Perdi o dado do jogo.
- 06 Minha irmã comprou pão.
- 07 O homem pegou o dinheiro.
- 08 A fábrica fechou ontem.
- 09 Meus vizinhos dormem cedo.
- 10 Meu filho nasceu hoje cedo.
- 11 Minha mãe foi para casa.
- 12 O meu pai vendeu o sítio.
- 13 O moço bateu o carro.
- 14 A chuva destruiu as casas.
- 15 Não temos lugar para descanso.
- 16 Na feira tem frutas boas.
- 17 O professor trabalhou ontem.
- 18 Ele não gosta de música.
- 19 A chuva derrubou o telhado.
- 20 É o prédio mais velho da praça.

**LISTA 2**

- 01 A mamãe está dormindo.
- 02 Eu ficarei com ela.
- 03 O menino tem um amigo.
- 04 A menina gritou de susto.
- 05 O menino derrubou o suco.
- 06 A escada era vermelha.
- 07 Eu gosto de televisão.
- 08 Não sei qual era a história.
- 09 Eu irei ao parque amanhã.
- 10 A pilha acabou rápido.
- 11 Eles ficarão no barco.
- 12 Os homens usarão calças.
- 13 A casa terá um jardim.
- 14 O motorista me esperou muito.
- 15 O sorvete derreteu logo.
- 16 Ela bateu o pé na porta.
- 17 O frango está cozido.
- 18 Ela chamou a filha.
- 19 Os bombeiros conversaram.
- 20 Vou tomar banho quente.

**LISTA 3**

- 01 Tomei banho frio hoje cedo.
- 02 Perdi a hora outra vez.
- 03 A manga está muito verde.
- 04 O cachorro fugiu de casa.
- 05 Eu convidei muitas crianças.
- 06 Eu chamei a ambulância.
- 07 O sorvete de creme está bom.
- 08 O pássaro voou alto.
- 09 Preciso terminar a casa.
- 10 Eles nadarão no mar.
- 11 Minha amiga mora perto.
- 12 Meu pai tem um sítio.
- 13 Eu nadei na piscina.
- 14 Eu me lembrei da história.
- 15 Eu não vou ao aniversário.
- 16 O barco afundou no rio.
- 17 Os preços aumentaram muito.
- 18 A casa ficará pronta.
- 19 O jornal caiu na rua.
- 20 A novela será bonita.

**LISTA 4**

- 01 O homem parou o carro.
- 02 Eu sempre busco pão.
- 03 Ela não toma café com leite.
- 04 Quero doze cervejas da ‘Brama’.
- 05 Está chovendo muito forte.
- 06 O meu pai comprou roupa para mim.
- 07 É meio perigoso andar sozinho.
- 08 Naquela fábrica não tem vaga.
- 09 Ela ficou com medo.
- 10 O leite estava na mesa.
- 11 Visitei meus amigos.
- 12 Eu ganhei um pirulito.
- 13 Eu tomei banho ontem.
- 14 Não vamos falar alto.
- 15 Minha avó irá à praia.
- 16 A mamãe conversa com ele.
- 17 Eu brinquei em casa.
- 18 Estou cansado hoje.
- 19 O menino riu da piada.
- 20 Eles escutaram o barulho.

**LISTA 5**

- 01 O menino jogou a água.
- 02 Eu peguei a bicicleta.
- 03 Você fez um bom trabalho.
- 04 Ele se vestiu de palhaço.
- 05 Você me empurrou com força.
- 06 O menino brincou na areia.
- 07 Fiquei sentado no chão.
- 08 Eu olhei pela janela.
- 09 A novela terminará logo.
- 10 A minha letra é feia.
- 11 A criança bateu a cabeça.
- 12 Tem gente gritando lá fora.
- 13 O almoço vai sair tarde.
- 14 Ela não gosta de escrever.
- 15 Fui à festa do meu amigo.
- 16 Meu pai viajou de carro.
- 17 Minha mãe não ficou brava.
- 18 O homem dirigiu bem.
- 19 O moço se casará com ela.
- 20 O menino quebrou o copo.

**LISTA 6**

- 01 Passei meu cartão de ponto.
- 02 Eu estou muito cansado.
- 03 É hora de dormir.
- 04 A menina brinca de bonecas.
- 05 O cachorro comerá carne.
- 06 Não vi televisão hoje.
- 07 A novela já terminou.
- 08 O carrossel já vai rodar.
- 09 Vou mudar pra outra casa.
- 10 Quero ir embora agora.
- 11 Eu caí da bicicleta.
- 12 Eu estava com um amigo.
- 13 Minha irmã quase chorou.
- 14 A garrafa estava na caixa.
- 15 Os tomates estavam verdes.
- 16 O cachorro brincou com o osso.
- 17 As tesouras estão na mesa.
- 18 Ela perdeu seu cartão de crédito.
- 19 A equipe jogará bem.
- 20 Os jovens estão dançando.

**LISTA 7**

- 01 Os brinquedos estão no chão.
- 02 A mamãe está sozinha.
- 03 Era uma bela tarde.
- 04 As folhas caíam no chão.
- 05 Tenho reunião às oito.
- 06 Vou inventar uma história.
- 07 Quero duas latas de cerveja.
- 08 Quero trabalhar muito mais.
- 09 Não vou comprar ovos.
- 10 Empilhei quatro caixas.
- 11 Cheguei cedo no trabalho.
- 12 O avô contou uma história.
- 13 O estudante dormiu aqui.
- 14 A mulher desmaiou na sala.
- 15 Ele precisa voltar ao país.
- 16 A primavera é bela.
- 17 O amor não é só sensação.
- 18 A vida é muito curta.
- 19 Eles deixaram eu brincar.
- 20 Eu estava escondida.

**LISTA 8**

- 01 Eu procurei meu irmão.
- 02 Ela não chegou muito tarde.
- 03 Nesse fim de semana ele folga.
- 04 Fui chamado pra trabalhar.
- 05 Tem gente batendo na porta.
- 06 Eu não bebo no serviço.
- 07 A roupa no varal já secou.
- 08 Vai ter churrasco lá em casa.
- 09 Minha mulher tá grávida.
- 10 A gente brincou na praça.
- 11 O cachorro rasgou a toalha.
- 12 Eu irei à piscina.
- 13 Meu pai pegou um peixe.
- 14 Eu só sei escrever meu nome.
- 15 Eu vou ao médico depois.
- 16 Eu comprei o presente dele.
- 17 Eu venderei meu carro.
- 18 O uniforme já rasgou.
- 19 A carta caiu no chão.
- 20 Vou viajar no fim do ano.

**LISTA 9**

- 01 O meu pai jogou bola.
- 02 A gente andou na roda gigante.
- 03 Meu irmão empurrou o carro.
- 04 A minha tia tem um filho.
- 05 A menina tropeçou na pedra.
- 06 Meu pai virá aqui hoje.
- 07 O menino chorou muito.
- 08 Sábado é bom para feijoada.
- 09 A médica tem muitas consultas.
- 10 As meninas estão tristes.
- 11 Eu entendi a professora.
- 12 Não gosto de poesias.
- 13 Eu fiz uma poesia para você.
- 14 Comerei logo.
- 15 As crianças ganharam brinquedos.
- 16 Mamãe ligou no restaurante.
- 17 Muito sabão mancha a roupa.
- 18 Os tomates acabaram cedo.
- 19 Não aprendi a lição.
- 20 Meu pai pagou o aluguel.

**LISTA 10**

- 01 Ainda não tomei meu café.
- 02 Ele rasgou a camisa nova.
- 03 Estacionamento é longe.
- 04 Perdi os meus documentos.
- 05 O bebê só chora à noite.
- 06 O ladrão levou o dinheiro.
- 07 Vai lá em casa tomar sol.
- 08 Vamos chegar bem cedo.
- 09 Eu tô feliz aqui no alto.
- 10 Já começou a trabalhar de carro.
- 11 Gosto de conversar na rua.
- 12 A menina ganhou uma boneca.
- 13 O empregado limpa o chão.
- 14 Ela cortará a carne.
- 15 A comida está cara.
- 16 Preciso falar com você.
- 17 Eu também desenhei bem.
- 18 Ele perdeu o boné ontem.
- 19 Ele tava com pressa pra sair.
- 20 Já vou pagar o aluguel.

**LISTA 11**

- 01 Ela tinha muitos presentes.
- 02 Quero comer ovo frito.
- 03 O torcedor gritou no jogo.
- 04 A criança tomou chuva.
- 05 Ele comeu peixe assado.
- 06 A menina canta bonito.
- 07 O aluno acertou a questão.
- 08 Os cavalos fugiram hoje.
- 09 Esse refrigerante tá quente.
- 10 Só bebi duas cervejas.
- 11 O churrasco acabou logo.
- 12 A loja vendeu com desconto.
- 13 O menino pedia socorro.
- 14 Ela desfila com roupas da moda.
- 15 Meu marido chega tarde.
- 16 A estudante mora longe.
- 17 A torcida verá o jogo.
- 18 O motorista bateu o carro.
- 19 Ele pagou sua conta em dia.
- 20 Eles queriam batatas.

**LISTA 12**

- 01 Ele caiu da árvore.
- 02 A cachorrinha não é brava.
- 03 Vou comprar um rádio na loja.
- 04 O pastelzinho da feira é joia.
- 05 Preciso fazer a barba.
- 06 No fim de semana tem jogo.
- 07 Vai ter churrasco domingo.
- 08 Hoje eu tô morrendo de fome.
- 09 Você ganhou um jogo.
- 10 A senhora fez café para você.
- 11 Tô muito arrasado hoje.
- 12 Sua blusa está na cadeira.
- 13 O jogador fez muita falta.
- 14 Andei até o ponto de ônibus.
- 15 Não pude trabalhar hoje.
- 16 Eu brinquei com ele.
- 17 Brinquei na minha avó.
- 18 As crianças estão perdidas.
- 19 A professora tem roupa chique.
- 20 Uma casa foi construída.



---

## Suppression of Otoacoustic Emissions Evoked by White Noise and Speech Stimuli

---

Kelly C.L. Andrade, Gabriella O. Peixoto,  
Aline T.L. Carnaúba, Klinger V.T. Costa and  
Pedro L. Menezes

Additional information is available at the end of the chapter

<http://dx.doi.org/10.5772/66700>

---

### Abstract

**Introduction:** Suppressing otoacoustic emissions is one of the objectives, noninvasive methods that can be used to assess the efferent auditory system. When the ascending reticular activating system is stimulated, the cortex becomes more alert. The system reacts better to an important stimulus than an unimportant one.

**Objective:** Assess the effect of suppressing otoacoustic emissions by transitory stimulus in the presence of different auditory stimuli in normal listeners.

**Methods:** This cross-sectional, observational analytical study. The sample was composed of eight participants. The following procedures were adopted: recording otoacoustic emissions, suppression with white noise, suppression with white noise and pure tone, auditory training, new recording of suppression with white noise and pure tone, suppression using a speech pattern, suppression using a reversed speech pattern, suppression using familiar speech, and suppression using reversed familiar speech and suppression singing "happy birthday" in a familiar voice.



**Results:** There was a significant difference between the otoacoustic emission values, mainly at frequencies of 1000 and 1500 Hz.

**Conclusion:** Individuals submitted to the effects of suppression exhibit more effective results at frequencies of 1000 and 1500 Hz. Furthermore, it was found that the efferent activity of the auditory system is more efficient when it involves the use of the speech spectrum.



**Keywords:** audiology, suppression, efferent pathways, noise, speech perception



---

## ANEXO C – Artículo 1 submetido à revista *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*

JSLHR-H-17-0453 successfully submitted!  Entrada 



 Journal of Speech, Language, and Hearing Research <onbehalfof@manuscriptcentral.com>  
para mim 

11:00 (Há 0 minutos)   

Dear Mrs. Kelly Cristina Andrade,

Thank you for submitting your manuscript "The Effect of Otoacoustic Emission Suppression in the Presence of Different Stimuli" to Journal of Speech, Language, and Hearing Research. An Associate Editor will oversee its review.

You can check the status of your manuscript at any time by logging on to your JSLHR Author Center at <https://mc.manuscriptcentral.com/jslhr>.

If you have any questions about your manuscript during the review process, please contact us at 434-218-3366, or e-mail [jslhr@asha.org](mailto:jslhr@asha.org).

Please refer to your manuscript with its manuscript number, JSLHR-H-17-0453, in all future correspondence.

Information on ASHA's submission policies can be found in the printed journal as well as online at <http://jslhr.asha.org/>.

ASHA journals publish scholarly papers ranging from data-based research reports to reviews and tutorials that present no new data. Notwithstanding the differences in these types of papers, they all must contain a structured abstract.

If you are invited to resubmit your manuscript, the Editor will ask you to reformat your abstract if it does not already comply with this requirement. To read more about structured abstracts, visit [http://jslhr.asha.org/misc/ffora\\_dtl#preparing](http://jslhr.asha.org/misc/ffora_dtl#preparing).

If you or any co-authors intend to coordinate payment for voluntary open access, please reply to this message immediately with details so that a note can be created in the system. If your manuscript is accepted, you'll need to be prepared to complete payment of \$2,500 prior to production. Starting this process later, during production, could delay publication. (Voluntary open access is the not the same thing as public access for NIH-funded research, explained at the bottom of this message.) Find more information at [http://jslhr.pubs.asha.org/SS/instructions\\_for\\_Authors.aspx](http://jslhr.pubs.asha.org/SS/instructions_for_Authors.aspx).

Once again, we thank you for the opportunity to review your work. Let us know if we can assist you at any stage of the review process.

Sincerely,  
Abigail Cook Dommer  
Taylor Bowen  
JSLHR Editorial Office  
[jslhr@asha.org](mailto:jslhr@asha.org)  
434-218-3366 (Virginia, USA)

## ANEXO D – Artigo 2 submetido à Revista *Plos One*

PLOS ONE Author Notice: Passed Tech Check - [EMID:d9fb0f5c31218946]

Entrada x



PLOS ONE <em@editorialmanager.com>

18:34 (Há 17 horas)



para mim

The study of familiar speech recognition in the presence of competitive noise

Dear Mrs Lira de Andrade,

Thank you for submitting your work to PLOS ONE. We are writing to let you know that your manuscript is progressing to assessment by an in-house editor for checks related to our editorial policies. Once complete it will proceed to review with an Academic Editor. This is part of our standard process for submissions and no action is required from you at this time.

For your reference, our submission guidelines can be found on this page of our website: <http://journals.plos.org/plosone/s/submission-guidelines>.

Thank you for submitting your work to PLOS ONE.

Kind regards,

Eoin O'Connor

**ANEXO E – Comprovante de transferência de titularidade da Patente “Kit didático de fones e microfones para ensino dos mecanismos de localização sonora e da compreensão da fala no ruído” para a UFAL.**



24/10/2017 870170081141  
10:23  
  
29409161708558283

**Anotação de transferência de titular**

Número do Processo: BR 20 2017 000574 2

**Dados do Interessado**

---

Interessado 1 de 1

**Nome ou Razão Social:** UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

**Tipo de Pessoa:** Pessoa Jurídica

**CPF/CNPJ:** 24464109000148

**Nacionalidade:** Brasileira

**Qualificação Jurídica:** Instituição de Ensino e Pesquisa

**Endereço:** Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins

**Cidade:** Maceió

**Estado:** AL

**CEP:** 57072-970

**País:** Brasil

**Telefone:** 82-3214-1064

**Fax:** 82-3214-1035

**Email:** nit@propep.ufal.br

**Referência Petição**

---

**Pedido :** BR202017000574-2

**PETICIONAMENTO  
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em 24/10/2017 às 10:23, Petição 870170081141

## ANEXO F – Produção secundária

### Artigos completos publicados em periódicos

1. OLIVEIRA, M. F. F.; **ANDRADE, K. C. L.**; CARNAÚBA, A.T.L.; PEIXOTO, G. O.; **MENEZES, P.L.** Fones de ouvido supra-aurais e intra-aurais: um estudo das saídas de intensidade e da audição de seus usuários. *AUDIOLOGY - COMMUNICATION RESEARCH (ACR)*, v. 22, p. 1-8, 2017.

#### Artigo Original

<http://dx.doi.org/10.1590/2317-6431-2016-1783>

Audiology  
Communication  
Research  
ISSN 2317-6431

### Fones de ouvido supra-aurais e intra-aurais: um estudo das saídas de intensidade e da audição de seus usuários

#### Supra and intra-aural earphones: a study of output intensity and hearing levels of their users

Maria de Fátima Ferreira de Oliveira<sup>1</sup>, Kelly Cristina Lira de Andrade<sup>1</sup>, Aline Tenório Lins Carnaúba<sup>1</sup>, Gabriella de Oliveira Peixoto<sup>1</sup>, Pedro de Lemos Menezes<sup>1</sup>

#### RESUMO

**Introdução:** A perda auditiva ocasionada pelo uso inadequado de aparelhos amplificadores, como *smartphones*, vem crescendo rapidamente. **Objetivo:** Mensurar e analisar as intensidades máximas e equivalentes de saída dos fones supra-aurais e intra-aurais, comparar as intensidades equivalentes e máximas ajustadas entre os dois tipos de fones e correlacionar o tempo de uso, a intensidade de uso e a média de 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz e o limiar de reconhecimento de fala. **Métodos:** A amostra foi composta por 20 sujeitos de ambos os gêneros, com faixa etária de 16 a 27 anos. As análises dos resultados foram realizadas por orelha, totalizando 40 orelhas. Os procedimentos adotados foram: aplicação de questionário, inspeção do conduto auditivo externo, audiometria tonal e vocal, imitanciometria e avaliação das intensidades de saída dos fones supra-aurais e intra-aurais. **Resultados:** Os fones supra-aurais possuíam saídas com intensidades equivalentes e máximas significativamente maiores que os intra-aurais. Quando comparadas as intensidades máximas ajustadas, constatou-se que os usuários de fones intra-aurais utilizaram saídas com intensidades equivalentes e máximas significativamente maiores que os usuários de fones supra-aurais, observando-se uma correlação de média força entre o tempo de uso e o uso diário, na frequência isolada de 3000 Hz. **Conclusão:** Os fones supra-aurais possuem saídas com intensidades equivalentes e máximas maiores que os fones intra-aurais, na execução de uma música. Os usuários de fones intra-aurais utilizam saídas com intensidades equivalentes e máximas maiores que os usuários de fones supra-aurais. Os sujeitos que ouvem música com mais frequência, as ouvem por menos tempo ao longo do dia, porém, com a maior intensidade.

**Palavras-chave:** Audiologia; Perda auditiva; Audiometria; Ruído; Música

#### ABSTRACT

**Introduction:** Hearing loss caused by the improper use of amplifying devices such as smartphones has been growing rapidly. **Purpose:** Measure and analyze the maximum and equivalent output intensities of supra-aural and intra-aural headphones, compare the adjusted intensities and correlate time and intensity of use, average frequencies of 500 Hz, 1000 Hz and 2000 Hz and the speech recognition threshold. **Methods:** The sample consisted of 20 subjects from both sexes, between the age of 16 and 27 years. The results were analyzed per ear, totaling 40 ears. The following procedures were adopted: questionnaire application, inspection of the ear canal, tonal and vocal audiometry, impedance testing and assessment of output intensities of supra-aural and intra-aural headphones. **Results:** Supra-aural headphones have significantly higher equivalent and maximum output intensities compared to their intra-aural counterparts. When adjusted maximum intensities were compared, it was found that intra-aural headphone users used significantly higher equivalent and maximum output intensities than supra-aural headphones users, showing a moderate correlation between time of use and daily use at a frequency of 3000 Hz. **Conclusion:** During the playing of a song, supra-aural headphones have outputs with greater equivalent and maximum intensities than intra-aural headphones. Intra-aural headphone users use higher equivalent and maximum output intensities than users of supra-aural headphones. Subjects that listen to music often do so for less time during the day, but at greater intensity.

**Keywords:** Audiology; Hearing loss; Audiometry; Noise; Music

Trabalho realizado na Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas – UNCISAL – Maceió (AL), Brasil.

(1) Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas – UNCISAL – Maceió (AL), Brasil.

**Fonte de auxílio à pesquisa:** Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL).

**Conflito de interesses:** Não

**Contribuição dos autores:** *MFFO* concepção e delineamento do estudo, coleta, análise e interpretação dos dados; *KCLA* coleta dos dados e revisão do artigo de forma intelectualmente importante; *ATLC* coleta dos dados e delineamento do estudo; *GOP* coleta dos dados e revisão do artigo; *PLM* concepção e delineamento do estudo e aprovação final da versão a ser publicada.

**Autor correspondente:** Kelly Cristina Lira de Andrade. E-mail: [kellyclandrade@gmail.com](mailto:kellyclandrade@gmail.com)

**Recebido:** 1/9/2016; **Aceito:** 15/6/2017

2. CARNAÚBA, A.T.L.; MENEZES ,P.L.; SOARES, I. A.; ANDRADE, K. C. L.; LINS, O. G. Potencial evocado auditivo de estado estável em frequências portadoras acima de 4000 Hz. *AUDIOLOGY - COMMUNICATION RESEARCH (ACR)*, v. 22, p. 1-4, 2017.

### Artigo Original

<http://doi.org/10.1590/2317-6431-2016-1832>

Audiology  
Communication  
Research  
ISSN 2317-6431

## Potencial evocado auditivo de estado estável em frequências portadoras acima de 4000 Hz

### Auditory steady-state evoked potentials at carrier frequencies above 4000 Hz

Aline Tenório Lins Carnaúba<sup>1</sup>, Pedro de Lemos Menezes<sup>2</sup>, Ilka do Amaral Soares<sup>2</sup>, Kelly Cristina Lira de Andrade<sup>1</sup>, Otávio Gomes Lins<sup>3</sup>

#### RESUMO

**Introdução:** O potencial evocado auditivo de estado estável (PEAEE) tem sido apontado como uma técnica promissora para avaliar a audição de pacientes que não cooperam espontaneamente na determinação dos limiares auditivos. Embora estudos relatem desempenho diminuído nas frequências portadoras acima de 4000 Hz, são necessários avanços técnicos para determinar a sua utilidade clínica, pois o uso dessas frequências pode contribuir para um melhor diagnóstico audiológico. **Objetivo:** Analisar os potenciais evocados auditivos de estado estável, em frequências portadoras acima de 4000 Hz. **Métodos:** A avaliação dos PEAEE foi realizada de forma isolada e combinada, nas intensidades de 50 dBNPSpe e 80 dBNPSpe, nas frequências portadoras de 6000 e 8000 Hz, com o sistema de aquisição e análise MASTER. **Resultados:** Foi realizada análise de variância (ANOVA *two-way*), em que se encontrou diminuição das amplitudes, quando relacionadas às intensidades e às condições do estímulo. **Conclusão:** Foi possível avaliar as frequências portadoras de 6000 e 8000 Hz, tanto de forma isolada, quanto combinada. Não houve interações entre as frequências portadoras de 6000 Hz e 8000 Hz, quanto à forma de apresentação (combinada e isolada) e intensidade, para a amostra estudada.

**Palavras-chave:** Potenciais evocados auditivos; Audição; Audiometria

#### ABSTRACT

**Introduction:** The auditory steady-state evoked potentials (ASSEPs) has been identified as a promising technique for assessing hearing in patients who do not cooperate spontaneously in determining auditory thresholds. Although studies report decreased performance at carrier frequencies above 4000 Hz, technical advancements to determine its clinical utility is necessary because the use of these frequencies can contribute to a better audiological diagnosis. **Purpose:** Aimed to analyze the general auditory steady-state response at carrier frequencies above 4000Hz. **Methods:** Evaluation of ASSEPs combined and isolated at the intensities of 50 SLPe and 80 SLPe at the carrier frequencies 6000 Hz to 8000 Hz, with the signal acquisition and analysis system MASTER. **Results:** Analysis of variance (two-way ANOVA), which found decreased amplitudes when related to the intensity and the stimulus conditions. **Conclusion:** It was possible to evaluate the carrier frequencies 6000 Hz and 8000 Hz, either alone or combined. There were no interactions between the carrier frequencies 6000 Hz to 8000 Hz in both forms of presentation (combined and isolated) and intensity, for the sample.

**Keywords:** Auditory evoked potentials; Hearing; Audiometry

Trabalho realizado no Laboratório de audição e Tecnologia (LATEC), Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas – UNCISAL – Maceió (AL), Brasil.

(1) Programa de Pós-graduação (Doutorado) em Biotecnologia em Saúde, Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO), Universidade Federal de Alagoas – UFAL – Maceió (AL), Brasil.

(2) Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas – UNCISAL – Maceió (AL), Brasil.

(3) Universidade Federal de Pernambuco – UFPE – Recife (PE), Brasil.

**Conflito de interesses:** Não

**Contribuição dos autores:** ATLC pesquisadora principal, elaboração da pesquisa, elaboração do cronograma, levantamento da literatura, coleta e análise dos dados, redação, submissão e trâmites do artigo; PLM coorientador, elaboração da pesquisa, elaboração do cronograma, análise dos dados, correção da redação do artigo; IAS coorientadora, elaboração da pesquisa, elaboração do cronograma, análise dos dados, correção da redação do artigo, aprovação da versão final; KCLA pesquisadora, levantamento da literatura, coleta e análise dos dados, redação do artigo; OGL orientador, elaboração da pesquisa, elaboração do cronograma, análise dos dados, correção da redação do artigo, aprovação da versão final.

**Autor correspondente:** Aline Tenório Lins Carnaúba. E-mail: grupodepesquisalatec@gmail.com

**Recebido:** 29/12/2016; **Aceito:** 25/4/2017

3. SOARES, Ilka do Amaral; **MENEZES, PEDRO DE LEMOS**; CARNAÚBA, ALINE TENÓRIO LINS; **DE ANDRADE, KELLY CRISTINA LIRA**; LINS, OTÁVIO GOMES. Study of cochlear microphonic potentials in auditory neuropathy. Brazilian Journal of Otorhinolaryngology (Impresso), v. 82, p. 722-736, 2016.

Braz J Otorhinolaryngol. 2016;82(6):722-736



Brazilian Journal of  
**OTORHINOLARYNGOLOGY**

www.bjorl.org



ARTIGO DE REVISÃO

## Study of cochlear microphonic potentials in auditory neuropathy<sup>☆</sup>

Ilka do Amaral Soares<sup>a,b,\*</sup>, Pedro de Lemos Menezes<sup>b,c</sup>, Aline Tenório Lins Carnaúba<sup>a</sup>, Kelly Cristina Lira de Andrade<sup>a</sup>, Otávio Gomes Lins<sup>d,e</sup>

<sup>a</sup> Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Ciências Médicas, São Paulo, SP, Brasil

<sup>b</sup> Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas, Maceió, AL, Brasil

<sup>c</sup> Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil

<sup>d</sup> Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo, SP, Brasil

<sup>e</sup> Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brasil

Recebido em 20 de agosto de 2015; aceito em 29 de novembro de 2015

### KEYWORDS

Cochlear microphonic;  
Cochlear microphonic  
potential;  
Hearing loss

### Abstract

**Introduction:** Auditory Neuropathy/Dyssynchrony is a disorder characterized by the presence of Otoacoustic Emissions and Cochlear Microphonic Potentials, an absence or severe alteration of Brainstem Evoked Auditory Potential, auditory thresholds incompatible with speech thresholds and altered acoustic reflexes. The study of the Cochlear Microphonic Potential appears to be the most important tool for an accurate diagnosis of this pathology.

**Objective:** Determine the characteristics of the Cochlear Microphonic in Auditory Neuropathy/Dyssynchrony using an integrative review.

**Methods:** Bibliographic survey of Pubmed and Bireme platforms and MedLine, LILACS and SciELO data banks, with standardized searches up to July 2014, using keywords. Criteria were established for the selection and assessment of the scientific studies surveyed, considering the following aspects: author, year/place, degree of recommendation/level of scientific evidence, objective, sample, age range, mean age, tests, results and conclusion.

**Results:** Of the 1959 articles found, 1914 were excluded for the title, 20 for the abstract, 9 for the text of the article, 2 for being repeated and 14 were selected for the study.

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2015.11.022>

<sup>☆</sup> Como citar este artigo: Soares IA, Menezes PL, Carnaúba AT, de Andrade KC, Lins OG. Study of cochlear microphonic potentials in auditory neuropathy. Braz J Otorhinolaryngol. 2016;82:722-36.

\* Autor para correspondência.

E-mail: [ilkaamaralsoares@gmail.com](mailto:ilkaamaralsoares@gmail.com) (I.A. Soares).

© 2016 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob a licença CC BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt>).

4. ALMEIDA, BETTINA POGGI; MENEZES, PEDRO DE LEMOS; DE ANDRADE, KELLY CRISTINA LIRA; TEIXEIRA, CLEIDE FERNANDES. Positioning of earphones and variations in auditory thresholds. Brazilian Journal of Otorhinolaryngology (Impresso), v. 81, p. 642-646, 2015.

Braz J Otorhinolaryngol. 2015;81(6):642-646



Brazilian Journal of  
OTORHINOLARYNGOLOGY

www.bjorl.org.br



ARTIGO ORIGINAL

## Positioning of earphones and variations in auditory thresholds<sup>☆,☆☆</sup>

Bettina Poggi Almeida<sup>a</sup>, Pedro de Lemos Menezes<sup>b,\*</sup>, Kelly Cristina Lira de Andrade<sup>c</sup>, Cleide Fernandes Teixeira<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Especialização em Fonoaudiologia do Trabalho, Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL), Marechal Deodoro, AL, Brasil

<sup>b</sup> Física Aplicada à Medicina e Biologia, Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL), Marechal Deodoro, AL, Brasil

<sup>c</sup> Saúde da Comunicação Humana, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brasil

<sup>d</sup> Saúde Coletiva, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brasil

Recebido em 19 de junho de 2014; aceito em 4 de outubro de 2014

### KEYWORDS

Pure-tone audiometry;  
Auditory threshold;  
Occupational health

### Abstract

**Introduction:** One of the problems observed in pure-tone audiometry tonal has been the variation in test results of a same individual, particularly at frequencies of 4 kHz, 6 kHz and/or 8 kHz. Improper placement of headphones is one of the factors that can cause alterations in results.

**Objective:** To compare differences in auditory thresholds using earphones positioned by the examiner and by the worker.

**Methods:** Clinical and experimental study conducted in 2009, with 324 workers aged between 19 and 61 years, with a mean of 33.29 years and mean exposure time of 7.67 years. All subjects were familiar with audiometry procedures. Auditory thresholds were obtained at frequencies of 0.25-8 kHz, with earphones positioned by the examiners, and at frequencies of 4, 6 and 8 kHz, with earphones placed by workers in a comfortable position, following the examiner's instructions. The thresholds obtained in these two situations were compared.

**Results:** The three frequencies exhibited better responses with earphones placed by the workers themselves ( $p < 0.001$ ). At a frequency of 8 kHz a greater difference was found ( $p < 0.001$ ), with a mean of 13.89 dB and standard deviation of 6.07 dB.

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2015.08.016>

\* Como citar este artigo: Almeida BP, Menezes PL, de Andrade KCL, Teixeira CF. Positioning of earphones and variations in auditory thresholds. Braz J Otorhinolaryngol. 2015;81:642-6.

\* Instituição: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brasil. Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL), Marechal Deodoro, AL, Brasil.

\* Autor para correspondência.

E-mail: pedrolemosmenezes@gmail.com (P.L. Menezes).

© 2015 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob a licença CC BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt>).



5. MENEZES, PL; ANDRADE, KC; CARNAUBA, AT; CABRAL, FB; LEAL, MC; PEREIRA, LD. Sound localization and occupational noise. *Clinics (USP. Impresso)*, v. 69, p. 83-86, 2014.



CLINICAL SCIENCE

## Sound localization and occupational noise

Pedro de Lemos Menezes,<sup>1</sup> Kelly Cristina Lira de Andrade,<sup>II</sup> Aline Tenório Lins Carnaúba,<sup>II</sup> Frantânia B. Cabral,<sup>I</sup> Mariana de Carvalho Leal,<sup>II</sup> Liliâne Desgualdo Pereira<sup>III</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL), Acoustic Instrumentation Laboratory, Maceió/AL, Brazil. <sup>II</sup>Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Fonoaudiologia, Recife/PE, Brazil. <sup>III</sup>Escola Paulista de Medicina (UNIFESP), Departamento de Fonoaudiologia, São Paulo/SP, Brazil.

**OBJECTIVE:** The aim of this study was to determine the effects of occupational noise on sound localization in different spatial planes and frequencies among normal hearing firefighters.

**METHOD:** A total of 29 adults with pure-tone hearing thresholds below 25 dB took part in the study. The participants were divided into a group of 19 firefighters exposed to occupational noise and a control group of 10 adults who were not exposed to such noise. All subjects were assigned a sound localization task involving 117 stimuli from 13 sound sources that were spatially distributed in horizontal, vertical, midsagittal and transverse planes. The three stimuli, which were square waves with fundamental frequencies of 500, 2,000 and 4,000 Hz, were presented at a sound level of 70 dB and were randomly repeated three times from each sound source. The angle between the speaker's axis in the same plane was 45°, and the distance to the subject was 1 m.

**RESULT:** The results demonstrate that the sound localization ability of the firefighters was significantly lower ( $p < 0.01$ ) than that of the control group.

**CONCLUSION:** Exposure to occupational noise, even when not resulting in hearing loss, may lead to a diminished ability to locate a sound source.

**KEYWORDS:** Noise; Occupational; Sound Localization; Hearing.

Menezes PL, Andrade KC, Carnauba AT, Cabral FB, Leal MC, Pereira LD. Sound localization and occupational noise. *Clinics*. 2014;69(2):83-86.

Received for publication on May 13, 2013; First review completed on June 11, 2013; Accepted for publication on July 18, 2013

E-mail: pedrolemosmenezes@gmail.com

Tel.: 55 82 3315-6813

### ■ INTRODUCTION

Sound localization is a human task that is performed reasonably accurately using binaural hearing. This function is compromised by hearing loss (1,2) or dysfunction of the central auditory nervous system pathways.

The capacity to identify the origin of a sound source is a fundamental feature of human development and is of great importance in the formation of environment perception. Additionally, it provides valuable information regarding ongoing events, mainly those that are occurring out of the visual field. In adults, this ability is especially important for communication and the performance of occupational and safety-related tasks (3).

Some authors (4-6) have discussed the influence of hearing training on spatial sound identification; thus, we were interested in comparing the spatial sound identification capacity of firefighters with that of a control

group to investigate the effects of daily occupational noise exposure on sound localization capacity. Importantly, in many cases, hearing is the only sense that firemen can use to carry out rescues.

Sound localization can be improved with auditory training. This phenomenon is known to occur in musicians, acoustic engineers, firefighters, and others (4-7). However, workers who are exposed to occupational noise, such as firefighters, must orient themselves using sound, including (8) fire station and fire truck sirens as well as urban noises that are inherent to the profession (9).

The aim of this study was to determine the effects of occupational noise exposure on sound localization among normal hearing professional firefighters in different spatial planes and frequencies.

### ■ METHODS

#### Subjects

Nineteen firefighters (fifteen men and four women) took part in this experiment. All had pure-tone thresholds that were less than or equal to 25 dB hearing level for frequencies between 250 and 8,000 Hz. Additionally, the hearing differences between the ears of these subjects was less than or equal to 10 dB at each frequency. The acoustic reflexes of the participants were confirmed using type A

**Copyright** © 2014 CLINICS – This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

No potential conflict of interest was reported.

**DOI:** 10.6061/clinics/2014/02/02

6. **ANDRADE, KELLY CRISTINA LIRA DE; LEAL, MARIANA DE CARVALHO; MUNIZ, LILIAN FERREIRA; MENEZES, PEDRO DE LEMOS; ALBUQUERQUE, KATIA MARIA GOMES DE ; CARNAÚBA, ALINE TENÓRIO LINS.** The importance of electrically evoked stapedial reflex in cochlear implant. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology (Impresso)*, v. 80, p. 68-77, 2014.

Braz J Otorhinolaryngol. 2014;80(1):68-77



Brazilian Journal of  
**OTORHINOLARYNGOLOGY**

www.bjorl.org.br



ARTIGO DE REVISÃO

## The importance of electrically evoked stapedial reflex in cochlear implant<sup>☆</sup>

Kelly Cristina Lira de Andrade<sup>a,\*</sup>, Mariana de Carvalho Leal<sup>a</sup>, Lilian Ferreira Muniz<sup>a</sup>, Pedro de Lemos Menezes<sup>b</sup>, Katia Maria Gomes de Albuquerque<sup>c</sup>, Aline Tenório Lins Carnáuba<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil

<sup>b</sup> Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas, Maceió, AL, Brasil

<sup>c</sup> Fundação de Ensino Superior de Olinda, Olinda, PE, Brasil

Recebido em 30 de março de 2013; aceito em 7 de setembro de 2013

### KEYWORDS

Cochlear implants;  
Hearing loss;  
Reflex acoustic

### Abstract

**Introduction:** The most important stage in fitting a cochlear implant is the identification of its dynamic range. The use of objective measures, in particular the electrically elicited stapedius reflex, may provide suitable assistance for initial fitting of cochlear implant, especially in children or adult with multiple disorders, because they provide specific values that serve as the basis of early cochlear implant programming.

**Objective:** Verify through a review the use of the electrically elicited stapedius reflex threshold during the activation and mapping process of cochlear implant.

**Methods:** Bibliographical search on the Pubmed and Bireme platforms, and also on Medline, LILACS and SciELO databases, with standard searches until September 2012, using specific keywords. For the selection and evaluation of scientific studies found in the search, criterias have been established, considering the following aspects: author, year/location, grade of recommendation/level of evidence, purpose, sample, age, mean age in years, evaluative testing, results and conclusion.

**Results:** Among 7,304 articles found, 7,080 were excluded from the title, 152 from the abstract, 17 from the article reading, 43 were repeated and 12 were selected for the study.

**Conclusion:** The electrically elicited stapedius reflex may support when programming the cochlear implant, especially in patients with inconsistent responses.

© 2014 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

### PALAVRAS-CHAVE

Implante coclear;  
Perda auditiva;  
Reflexo acústico

### A importância do reflexo estapédico evocado eletricamente no implante coclear

#### Resumo

**Introdução:** A determinação da área dinâmica do implante coclear é um dos procedimentos mais importantes em sua programação. O uso de medidas objetivas, em especial a do limiar do reflexo estapédico evocado eletricamente, pode contribuir para a definição deste campo, principalmente em

DOI se refere ao artigo: 10.5935/1808-8694.20140014

<sup>☆</sup>Como citar este artigo: Andrade KCL, Leal MC, Muniz LF, Menezes PL, Albuquerque KMG, Carnáuba ATL. The importance of electrically evoked stapedial reflex in cochlear implant. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2014;80:68-77.

\* Autor para correspondência.

E-mail: kellyclandrade@gmail.com (K.C.L. Andrade).

© 2014 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

## Resenhas publicadas em periódicos

1. ALMEIDA, G. F.; CARNAÚBA, A.T.L.; PAIVA, T. K. R.; **ANDRADE, K. C. L.**; SANTOS, T. S. P.; **MENEZES, P.L.** Resenha: Respostas neuromagnéticas de estado estável para tons de amplitude-moduladas, fala e música. *Distúrbios da Comunicação*, v. 27, p. 190-192, 2015.



RESENHA

### Respostas neuromagnéticas de estado estável para tons de amplitude-moduladas, fala e música

Steady-state neuromagnetic responses to amplitude-modulated tones, speech and music

Respuestas neuromagnéticas de estado estable a tonos de amplitude-modulada, el habla y la música

*Grazielle de Farias Almeida\**

*Aline T. L. Carnaúba\*\**

*Tâmara K. R. Paiva\**

*Kelly C. L. de Andrade\*\**

*Thais S. P. Santos\*\*\**

*Pedro de L. Menezes\*\*\*\**

Lamminmäki S, Parkkonen L, Hari R. Human Neuromagnetic Steady-State Responses to Amplitude-Modulated Tones, Speech, and Music. *Ear Hear.* 2014; 35(4):461-7

\*Graduanda em Fonoaudiologia da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas – UNCISAL.

\*\*Fonoaudióloga, Doutoranda em Biotecnologia em Saúde pelo RENORBIO. Universidade Federal de Alagoas – UFAL.

\*\*\*Fonoaudióloga, Residente em Audiologia da Universidade Estadual de Ciências da Saúde – UNCISAL.

\*\*\*\*Professor Titular da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas – UNCISAL, Doutor em Física aplicada à Medicina pela Universidade de São Paulo – USP.

**Contribuição dos autores:** GFA- pesquisadora principal, elaboração da resenha, levantamento da literatura, redação da resenha, submissão e trâmites da resenha; ATLC - coorientador, elaboração da resenha, correção da redação da resenha; TKRP - pesquisadora principal, elaboração da resenha, levantamento da literatura, redação da resenha; KCLA - elaboração da resenha, correção da redação da resenha; TSPS - elaboração da resenha, correção da redação da resenha; PLM - orientador, elaboração da resenha, correção da redação da resenha, aprovação da versão final.

**Autor responsável:** Grazielle de Farias Almeida

**Endereço para correspondência:** UNCISAL – Rua Jorge de Lima, 113, Trapiche da Barra, (5o andar – Laboratório de Audição e Tecnologia), Maceió/AL, Brasil. Telefone: (82) 9917-4782 email: grazielledefarias@gmail.com

**Recebido:** 09/09/2014; **Aprovado:** 23/10/2014



2. SILVA, D. R. O.; CARNAÚBA, A.T.L.; ANDRADE, M. M. G. B.; BASTOS, F. R. A.; **ANDRADE, K. C. L.; MENEZES, P.L.** Resenha: Mismatch negativity (MMN) e P300 em pacientes com esquizofrenia e com experiência alucinógenas auditivas. *Distúrbios da Comunicação*, v. 27, p. 193-195, 2015.



## Mismatch negativity (MMN) e P300 em pacientes com esquizofrenia e com experiências alucinógenas auditivas

### Mismatch negativity (MMN) and P300 in patients with schizophrenia and auditory hallucinations

*Deise Renata O. da Silva\**

*Aline T.L. Carnáuba\*\**

*Fernanda Raíssa de Albuquerque Bastos\*\*\**

*Mara Maria G.B de Andrade\**

*Kelly C.L Andrade\*\**

*Pedro de L. Menezes\*\*\*\**

Fisher DJ, Smith DM, Labelle A, Knott VJ. Attenuation of mismatch negativity (MMN) and novelty P300 in schizophrenia patients with auditory hallucinations experiencing acute exacerbation of illness. *Biological Psychology*. 2014;100:43-9.

\*Graduanda em Fonoaudiologia da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas – UNCISAL.

\*\*Fonoaudióloga. Doutoranda em Biotecnologia em Saúde pelo RENORBIO. Universidade Federal de Alagoas – UFAL.

\*\*\*Fonoaudióloga. Residente em Audiologia da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas – UNCISAL.

\*\*\*\*Professor Titular da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas - UNCISAL. Doutor em Física aplicada à Medicina pela Universidade de São Paulo – USP

**Contribuição dos autores:** DROS pesquisadora principal, elaboração da resenha, levantamento da literatura, redação da resenha, submissão e trâmites da resenha; ATLC coordenador, elaboração da resenha, correção da redação da resenha; FRAB elaboração da resenha, correção da redação da resenha; MMGB pesquisadora principal, elaboração da resenha, levantamento da literatura, redação da resenha; KCLA elaboração da resenha, correção da redação da resenha; PLM orientador, elaboração da resenha, correção da redação da resenha, aprovação da versão final.

**Autor responsável:** Deise Renata Oliveira da Silva

**Endereço para correspondência :** LATEC (Laboratório de Audição e Tecnologia). Av. Jorge Lima, 113 – 5º andar, Trapiche - Maceió, AL. Brasil. CEP 57010-382. Web: <http://latec.uncisal.edu.br> email: [deiserenata@hotmail.com](mailto:deiserenata@hotmail.com)

**Recebido:** 11/09/2014 ; **Aprovado:** 23/10/2014



3. BASTOS, F. R. A.; CARNAÚBA, A.T.L.; SANTOS, T. S. P.; **ANDRADE, K. C. L.; MENEZES, P.L.** Resenha: Confiabilidade das respostas auditivas de estado estável no teste-reteste modulado a 40 Hz. *Distúrbios da Comunicação*, v. 27, p. 196-197, 2015.



## Confiabilidade das respostas auditivas de estado estável no teste-reteste modulado a 40 Hz

### Test-Retest Reliability of the 40 Hz EEG Auditory Steady-State Response

### Confiabilidad de las respuestas auditivas en estado estable en el test-retest modulado a 40 Hz

*Fernanda R. A. Bastos\**  
*Aline Tenório Lins Carnaúba\*\**  
*Thais S. P. Santos\**  
*Kelly C. Lira de Andrade\*\**  
*Pedro de Lemos Menezes\*\*\**

McFadden KL; Steinmetz SE; Carrol AM; Simon ST; Wallace A; Rojas DC. Test-Retest Reliability of the 40 Hz EEG Auditory Steady-State Response. *Plos one*. 2014. 22;9(1):e85748.

\*Fonoaudióloga. Residente em Audiologia da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas – UNCISAL, Maceió, AL, Brasil

\*\* Fonoaudióloga. Mestre em Saúde da Comunicação Humana pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, PE, Brasil

\*\*\* Professor Titular da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas - UNCISAL. Doutor em Física aplicada à Medicina pela Universidade de São Paulo – USP, Maceió, AL, Brasil.

**Contribuição dos autores:** FRAB pesquisadora principal, elaboração da resenha, levantamento da literatura, redação da resenha, submissão e trâmites da resenha; ATLC co-orientador, elaboração da resenha, correção da redação da resenha; TSPS elaboração da resenha, correção da redação da resenha; KCLA elaboração da resenha, correção da redação da resenha; PLM orientador, elaboração da resenha, correção da redação da resenha, aprovação da versão final.

**Autor responsável:** Aline Tenório Lins Carnaúba

**Endereço para correspondência:** U: LATEC (Laboratório de Audição e Tecnologia) Endereço: Av. Jorge Lima, 113 – 5º andar, Trápiche - Maceió, AL. CEP 57010-382. Fone: 82 33156813. Web: <http://latec.uncisal.edu.br>. e-mail: [aline.tenorio@gmail.com](mailto:aline.tenorio@gmail.com)

**Recebido:** 09/10/2014; **Aprovado:** 17/11/2014



4. ALMEIDA, G. F.; CARNAÚBA, A.T.L.; SANTOS, T. S. P.; **ANDRADE, K. C. L.; MENEZES, P.L.** Resenha: Respostas auditiva de estado estável moduladas a 40 Hz em mulheres: Quando é melhor testar?. *Distúrbios da Comunicação*, v. 27, p. 401, 2015.



## Respostas auditivas de estado estável moduladas a 40 Hz em mulheres: Quando é melhor testar?

Grazielle de Farias Almeida\*

Aline Tenório Lins Carnaúba\*\*

Thais S. P. Santos\*\*\*

Kelly C. L. de Andrade\*\*\*\*

Pedro de Lemos Menezes\*\*\*\*\*

Griskova-Bulanova I, GriksieneR, KorostenskajaM, Ruksenas O. 40 Hz auditory steady-state response in females: When is it better to entrain? *Acta Neurobiologia Experimentalis (Wars)*. 2014;74(1):91-7.

As respostas auditivas de estado estável (RAEE) são observadas quando apresentados, periodicamente, estímulos rápidos o suficiente para que haja sobreposição das respostas, sendo obtidas pela modulação de uma única frequência e/ou múltiplas frequências, estimulando uma orelha por vez ou ambas simultaneamente.

Estas respostas são amplamente aplicadas como um marcador da função cerebral e de disfunção em vários distúrbios neuropsiquiátricos. Sabe-se que as RAEE estão relacionadas com a transmissão GABAérgica e que esta é afetada pelos hormônios sexuais femininos. Hormônios sexuais femininos (estrogênios e progesterona) afetam o funcionamento do sistema GABAérgico;

os estrogênios podem reduzir a transmissão do GABAérgico enquanto que a progesterona tem o efeito contrário. No entanto, não se sabe como estes hormônios afetam as respostas auditivas de estado estável.

Diante do exposto, Griskova-Bulanova et al. investigaram a capacidade de avaliação das respostas auditivas de estado estável em diferentes fases do ciclo menstrual.

Os autores avaliaram 30 sujeitos do sexo feminino, com média de 20,68 anos de idade, sendo os critérios de inclusão: participantes saudáveis, com limiares auditivos dentro da normalidade e terem ciclos menstruais regulares; e como critérios de exclusão: estarem gestantes e usuárias de

\*P\*Graduada em Fonoaudiologia pela Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas – UNCISAL (AL) Brasil.

\*\*Doutoranda em Biotecnologia em Saúde (RENORBIO)-(AL) Brasil. \*\*\*Residente em Audiologia pela UNCISAL(AL) Brasil.

\*\*\*\*Doutor em Física aplicada à Medicina pela Universidade de São Paulo - USP - (SP) Brasil

Conflito de interesses: Não

Contribuição dos autores: GFA - pesquisadora principal, elaboração da resenha, levantamento da literatura, redação da resenha, submissão e trâmites da resenha; ATLC - coorientador, elaboração da resenha, correção da redação da resenha; TSP - elaboração da resenha, correção da redação da resenha; KCLA - elaboração da resenha, correção da redação da resenha; PLM - orientador, elaboração da resenha, correção da redação da resenha, aprovação da versão final.

Endereço para correspondência: Aline Tenório Lins Carnaúba, Avenida Jorge Lima, 113 – 5º andar, Trapiche - Maceió, AL, Brasil – CEP: 57010-382. Fone: (82) 3315-6813

Web: <http://latec.uncisal.edu.br>

E-mail: [alinel.tenorio@gmail.com](mailto:alinel.tenorio@gmail.com)

Recebido: 24/06/2014; Aprovado: 15/09/2014



5. FERREIRA, M. F.; ANDRADE, K. C. L.; MACAMBIRA, Y. K. S.; SANTOS, E. T. U.; CARNAÚBA, A.T.L.; MENEZES, P.L. Resenha: Eficácia da versão brasileira do programa educacional Decibéis Perigosos. *Distúrbios da Comunicação*, v. 27, p. 406, 2015.



## Eficácia da versão brasileira do programa educacional Decibéis Perigosos

*Maria de Fátima Ferreira de Oliveira\**

*Kelly Cristina Lira de Andrade\**

*Ysa Karen dos Santos Macambira\*\**

*Everton Thiago Ulisses dos Santos\**

*Aline Tenório Lins Carnaúba\*\*\**

*Pedro de Lemos Menezes\*\*\*\**

Keila A. Baraldi Knobel & Maria Cecília Pinheiro Marconi Lima. Effectiveness of the Brazilian version of the Dangerous Decibels educational program. *International Journal of Audiology* 2014; 53; s35-s42

O estudo de Knobel e Lima (2014), ambas pesquisadoras do Departamento de Desenvolvimento Humano e Reabilitação da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil, expõe um tema bastante expressivo na área da audiologia, uma vez que tem como objetivo principal verificar a eficácia de uma versão brasileira do programa educativo Decibéis Perigosos (Dangerous Decibels). A justificativa está baseada nos diversos estudos que relatam a exposição a níveis prejudiciais de sons recreativos e ambientais por crianças e adolescentes nas escolas. Esta exposição pode estar relacionada com perdas

auditivas induzidas por níveis de pressão sonora elevados (PAINPSE), contudo, estes riscos auditivos ainda não estão completamente estabelecidos.

Os autores avaliaram, entre 2011 e 2012, 271 alunos (220 alunos pertencentes ao grupo de estudo e 51 pertencentes ao grupo controle), sendo 43% do sexo masculino e 57% do sexo feminino com idades entre 8 e 11 anos, do terceiro ao quinto ano escolar. Os alunos do grupo de estudo pertenciam a uma escola pública e os alunos do grupo controle a outra escola pública no mesmo bairro.

Para os alunos do grupo de estudo, um educador certificado por treinamentos específicos do

*\*Graduanda em Fonoaudiologia pela Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas – UNCISAL (AL) Brasil; \*\*Fonoaudióloga, Residente em Audiologia pela Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas – UNCISAL (AL) Brasil; \*\*\*Mestre em Saúde da Comunicação Humana pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (PE) Brasil; \*\*\*\*Doutor em Física aplicada a Medicina e Biologia pela Universidade de São Paulo – Ribeirão Preto – USP (SP) Brasil.*

**Conflito de interesses:** Não

**Contribuição dos autores:** MFFO – Metodologia; KCLA – Administração da resenha; YKSM – Revisão de literatura; ETUS – Revisão de literatura; ATLC – Revisão de literatura; PLM – Administração da resenha.

**Autora Responsável:** Maria de Fátima Ferreira

**Endereço para correspondência:** Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas, Campus Governo Lamenha Filho - Rua Doutor M Jorge de Lima, 113 - Trapiche da Barra - CEP: 57010-300 - Maceió (AL) Brasil - Telefone: (82) 33156701. Web:

E-mail: [mariafono2016@hotmail.com](mailto:mariafono2016@hotmail.com)

Recebido: 03/10/2014; Aprovado: 21/11/2014



6. SANTOS, T. S. P.; CARNAÚBA, A.T.L.; BASTOS, F. R. A.; **ANDRADE, K. C. L.; MENEZES, P.L.** Resenha: Diferenças relacionadas à idade em potenciais evocados auditivos em função da modulação de tarefa durante o processamento verbal e não verbal. *Distúrbios da Comunicação*, v. 27, p. 408, 2015.



## Diferenças relacionadas à idade em potenciais evocados auditivos em função da modulação de tarefa durante o processamento verbal e não verbal

*Thais S. P. dos Santos\**

*Aline Tenório Lins Carnaúba\*\**

*Fernanda R. de A. Bastos\**

*Kelly Cristina Lira de Andrade\*\**

*Pedro de Lemos Menezes\*\*\**

Rufener KS, Liem F, Meyer M. Age-related differences in auditory evoked potentials as a function of task modulation during speech-nonspeech processing. *Brain Behav.* 2014;4(1):21-8.

Em muitas interações sociais permeadas por comunicação oral, a fala do interlocutor é apenas um dos sons contidos no ambiente. Outros sons, também presentes, podem mascarar, mesmo que parcialmente, o estímulo de fala que se deseja ouvir. Esta tarefa requer uma grande quantidade de esforço cognitivo, especificamente a atenção seletiva que exige a capacidade de se concentrar em informações relevantes e ignorar informações irrelevantes.

O reconhecimento adequado da fala em situações dessa natureza demanda que o ouvinte seja capaz de integrar (em nível cortical) os segmentos de fala (ou pistas acústicas) que percebe através das inúmeras janelas de tempo e/ou características de frequência, e atribua a esse material acústico um significado.

A dificuldade em reconhecer sons da fala em ambientes ruidosos aumenta com o avanço da idade. A perda auditiva sensorial, comum na população idosa, é referida como uma das causas de dificul-

*Fonoaudióloga. Residente em Audiologia da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas – UNCISAL (AL) Brasil; \*\*Mestre em Saúde da Comunicação Humana – UNCISAL (AL) Brasil; \*\*\*Professor Titular da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas – UNCISAL (AL) Brasil e Doutor em Física aplicada à Medicina pela Universidade de São Paulo – USP (SP) Brasil.*

**Conflito de interesses:** Não

**Contribuição dos autores:** TSPS - pesquisadora principal, elaboração da resenha, levantamento da literatura, redação da resenha, submissão e trâmites da resenha; ATLC - coorientador, elaboração da resenha, correção da redação da resenha; FRAB - elaboração da resenha, correção da redação da resenha; KCLA - elaboração da resenha, correção da redação da resenha; PLM - orientador, elaboração da resenha, correção da redação da resenha, aprovação da versão final.

**Autora Responsável:** Aline Tenório Lins Carnaúba

**Endereço para correspondência:** LATEC. Avenida Jorge Lima, 113 – 5º andar, Trapiche - Maceió, AL, Brasil. CEP: 57010-382.

Fone: 82 3315-6813

Web: <http://latec.uncisal.edu.br>

E-mail: [alinel.tenorio@gmail.com](mailto:alinel.tenorio@gmail.com)

Recebido: 05/10/2014; Aprovado: 21/11/2014





7. SANTOS, P. O.; CARNAÚBA, A.T.L.; FRIZZO, A. C. F.; **ANDRADE, K. C. L.; MENEZES, P.L.** Resenha: A capacidade de sincronização das respostas auditivas em 40Hz altera com a idade?. *Distúrbios da Comunicação*, v. 27, p. 403, 2015.



## A capacidade de sincronização das respostas auditivas em 40 Hz se altera com a idade?

*Poliana de Oliveira Santos\**  
*Aline Tenório Lins Carnaúba\*\**  
*Ana Cláudia Figueiredo Frizzo\*\*\**  
*Kelly Cristina Lira de Andrade\*\**  
*Pedro de Lemos Menezes\*\*\*\**

Inga Griskova-Bulanova, Kastytis Dapsy and Valentinas Maciulis. Does brain ability to synchronize with 40 Hz auditory stimulation change with age? *Acta Neurobiol Exp* 2013, 73: 564–70.

O A Resposta Auditiva de Estado Estável (RAEE) é um procedimento eletrofisiológico que avalia limiares auditivos especificamente por frequência e em ambas as orelhas ao mesmo tempo, permitindo uma avaliação mais detalhada e objetiva da audição, na qual podem ser utilizados diversos tipos de estímulos.

À medida que ocorre o envelhecimento natural do corpo humano, mudanças anatômico-fisiológicas acontecem em todo o sistema auditivo periférico e central, como reduções nos neurônios vestibulares periféricos, diminuição de neurotransmissores e no

calibre das fibras nervosas mielinizadas periféricas remanescentes, assim como mudanças estruturais no nervo auditivo, ao longo das vias centrais no tronco encefálico e no lobo temporal. No entanto, as alterações mais relevantes para o desempenho de funções auditivas são provenientes da orelha interna e das vias auditivas centrais.

A idade é citada como uma variável que modifica os achados das respostas auditivas de estado estável em bebês, porém sua real influência na idade adulta permanece controversa, tornando importante estudos que abordem este tema.

\*Graduanda em Fonoaudiologia da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas – UNCISAL (AL) Brasil; \*\*Fonoaudióloga, Doutoranda em Biotecnologia em Saúde pelo RENORBIO - Universidade Federal de Alagoas – UFAL (AL) Brasil; \*\*\*Doutora em Neurologia pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP (SP) Brasil, Professora permanente do Programa de Pós-Graduação em Fonoaudiologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Campus de Marília (SP) Brasil; \*\*\*\*Doutor em Física aplicada à Medicina pela Universidade de São Paulo – USP (SP) Brasil, Professor Titular da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas, Brasil.

**Conflito de interesses:** Não

**Contribuição dos autores:** POS - pesquisadora principal, elaboração da resenha, levantamento da literatura, redação da resenha, submissão e trâmites da resenha; ATLC - coorientador, elaboração da resenha, correção da redação da resenha; KCLA - elaboração da resenha, correção da redação da resenha; ACFF - elaboração da resenha, correção da redação da resenha; PLM - orientador, elaboração da resenha, correção da redação da resenha, aprovação da versão final.

**Endereço para correspondência:** Poliana de Oliveira Santos

LATEC. Av. Jorge Lima, 113 – 5º andar, Trapiche – Maceió, AL. CEP: 57010-382.

**E-mail:** [liana\\_poly@hotmail.com](mailto:liana_poly@hotmail.com)

**Recebido:** 10/09/2014; **Aprovado:** 07/02/2015



8. MACAMBIRA, Y. K. S.; **ANDRADE, K. C. L.**; CARNAÚBA, A.T.L.; XIMENES, A. L.; **MENEZES, P.L.** Resenha: Os sons percebidos como irritantes por usuários de aparelhos de amplificação sonora individual em seu ambiente sonoro cotidiano. *Distúrbios da Comunicação*, v. 27, p. 670-671, 2015.



RESENHA

## Os sons percebidos como irritantes por usuários de aparelhos de amplificação sonora individual em seu ambiente sonoro cotidiano

Sounds perceived as annoying by hearing-aid users in their daily sound scape

Los sonidos percibidos como molestos por usuários condicuiltades auditivas en su paisaje sonoro diario

*Ysa Karen dos S. Macambira\**

*Kelly C. L. de Andrade\*\**

*Aline T. L. Carnaúba\*\*\**

*Ariane de L. Ximenes\*\*\*\**

*Pedro de L. Menezes\*\*\*\*\**

Skagerstrand A; Stenfelt S; Arlinger S; Wikstrom J. Sounds perceived as annoying by hearing-aid users in their daily soundscape. *International Journal of Audiology* 2014; 53: 259-69

\*Fonoaudióloga. Residente em Audiologia pela Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas - UNCISAL. Maceió - AL, Brasil.

\*\*Fonoaudióloga. Mestre em Saúde da Comunicação Humana pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. Recife - PE, Brasil

\*\*\*Fonoaudióloga. Graduada em Fonoaudiologia pelo Centro Universitário UNINOVAFAPI - Teresina - PI, Brasil

\*\*\*\*Fonoaudiólogo. Doutor em Física aplicada a medicina e biologia pela Universidade de São Paulo - USP. Ribeirão Preto - SP, Brasil.

**Conflito de interesses:** Não

**Contribuição dos autores:** YKSM responsável pela pesquisa bibliográfica, elaboração da discussão, bem como da conclusão do trabalho. KCLA responsável pela elaboração da discussão e revisão crítica. ATLC responsável pela elaboração da discussão e revisão crítica; ALX responsável pela elaboração da discussão e conclusão do trabalho. PLM responsável pela elaboração da discussão, revisão crítica e supervisão do trabalho.

**Endereço para correspondência:** *AYsa Karen dos S. Macambira - Rua Doutor Jorge de Lima, 113, 5º Andar, Trapiche da Barra - Maceió/AL - Brasil. CEP: 57010-382. (LATEC). Web: <http://latec.uncisal.edu.br>*

**E-mail:** [ysa\\_macambira@hotmail.com](mailto:ysa_macambira@hotmail.com)

**Recebido:** 29/07/2014 **Aprovado:** 10/09/2014



9. CARVALHO, B. D.; ANDRADE, K. C. L.; SILVA, S. G.; PEIXOTO, G. O.; CARNAÚBA, A.T.L.; MENEZES, P.L. Resenha: Comparação entre dois testes de resolução temporal auditiva em crianças com distúrbio de processamento auditivo central, adultos com psicose e músicos profissionais adultos. *Distúrbios da Comunicação*, v. 27, p. 667-669, 2015.



RESENHA

## Comparação entre dois testes de resolução temporal auditiva em crianças com distúrbio de processamento auditivo central, adultos com psicose e músicos profissionais adultos

Comparison of two tests of auditory temporal resolution in children with central auditory processing disorder, adults with psychosis, and adult professional musicians

Comparación de dos pruebas de resolución temporal auditiva em niños contrastorno central de procesamiento auditivo, adultos con psicosis y músicos profesionales adultos

*Bruna Danieli de Carvalho\**  
*Kelly Cristina Lira de Andrade\*\**  
*Silmara Gabriela da Silva\**  
*Gabriella Oliveira Peixoto\*\*\**

\*Graduanda em Fonoaudiologia - Universidade de Ciências da Saúde de Alagoas (AL) Brasil;

\*\*Fonoaudióloga, Mestre em Saúde da Comunicação Humana pela Universidade Federal de Pernambuco (PE), Brasil.

\*\*\*\*Fonoaudióloga, Residente em Audiologia pela Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (AL), Brasil;

\*\*\*\*\*Fonoaudióloga, Mestre em Saúde da Comunicação Humana pela Universidade Federal de Pernambuco (PE), Brasil.

\*\*\*\*\*Fonoaudiólogo, Doutor em Física Aplicada a Medicina e Biologia pela Universidade de São Paulo - Ribeirão Preto (SP), Brasil.

**Conflito de interesses:** Não

**Contribuição dos autores:** BDC pesquisadora principal, elaboração da resenha, levantamento da literatura, redação da resenha, submissão e trâmites da resenha. KCLA coorientador, elaboração da resenha, correção da redação da resenha. SGS pesquisadora principal, elaboração da resenha, levantamento da literatura, redação da resenha. GOP elaboração da resenha, correção da redação da resenha. ATLC elaboração da resenha, correção da redação da resenha. PLM orientador, elaboração da resenha, correção da redação da resenha, aprovação da versão final.

**Endereço para correspondência:** Bruna Danieli de Carvalho - Rua Dr. Jorge de Lima, 113. Trapiche da Barra - Maceió - AL. Brasil. CEP: 57010-300

E-mail: [bru\\_escodro@gmail.com](mailto:bru_escodro@gmail.com)

Recebido:08/01/2015 Aprovado: 12/04/2015



10. VELOSO, F. C. S.; **ANDRADE, K. C. L.**; CARNAÚBA, A.T.L.; **MENEZES, P.L.** Resenha: Implante coclear em crianças com deficiência do nervo coclear. *Distúrbios da Comunicação*, v. 27, p. 867-869, 2015.



## Implante coclear em crianças com deficiência do nervo coclear

Cochlear implantation in children with cochlear nerve deficiency

Implantación coclear en niños con deficiencia de nervio coclear

*Felipe Camilo Santiago Veloso\**

*Kelly Cristina Lira de Andrade\**

*Aline Tenório Lins Carnaúba\**

*Pedro de Lemos Menezes\**

Vincenti V, Ormitti F, Ventura E, Guida M, Piccinini A, Pasanisi E. Cochlear implantation in children with cochlear nerve deficiency. *Int J PediatrOtorhinolaryngol*; 2014; 78: 912 – 7.

*\*Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas – Maceió, AL, Brasil.*

**Conflito de interesses:** Não

**Contribuição dos autores:** V.F.C.S. – Pesquisador principal, elaboração da resenha, levantamento da literatura, redação da resenha e submissão da resenha. A.K.C.L. – Coorientadora, elaboração da resenha e correção da redação da resenha. C.A.T.L. – Coorientadora, elaboração da resenha e correção da redação da resenha. M.P.L. – Orientador, elaboração da resenha, correção da redação da resenha e aprovação da versão final.

**Endereço para correspondência:** Felipe Camilo Santiago Veloso. Maceió, AL, Brasil

E-mail: [felipe.veloso1@hotmail.com](mailto:felipe.veloso1@hotmail.com)

Recebido: 8/8/2014 Aprovado: 26/3/2015



11. PEIXOTO, G. O.; ANDRADE, K. C. L.; CARNAÚBA, A.T.L.; MENEZES, P.L. Resenha: Efeitos do modo de apresentação do estímulo e lateralidade subcortical em resposta de potencial evocado auditivo de tronco encefálico com estímulos de fala. *Distúrbios da Comunicação*, v. 26, p. 846-847, 2014.



RESENHA

## Efeitos do modo de apresentação do estímulo e lateralidade subcortical em respostas de Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico com estímulo de fala

Gabriella Oliveira Peixoto\*

Kelly Cristina Lira de Andrade\*\*

Aline Tenório Lins Carnaúba\*\*

Pedro de Lemos Menezes\*\*\*

Ahadi M, Pourbakht A, Jafari AH, Jalaie S. Effects of stimulus presentation mode and subcortical laterality in speech-evoked auditory brainstem responses. *International Journal of Audiology*. 2014 May; 53: 243–9.

O estudo em evidência (Ahadi et al, 2014) é de significativa importância para a audiologia no que se refere à identificação de parâmetros para a realização e análise dos Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico (PEATE) por estímulo de fala, uma vez que reflexões de fenômenos binaurais em tronco cerebral no processamento de estímulos auditivos não têm sido amplamente exploradas quando associados a estímulos de fala.

As respostas do PEATE com estímulo são sensíveis à manipulação de parâmetros relacionados ao modo com estes são apresentados. Inclusive, a assimetria da orelha direita com relação à orelha esquerda ao nível do tronco cerebral é um fator que pode influenciar em tais respostas. Portanto, este estudo tem como objetivo identificar os efeitos do modo de apresentação ideal para os recursos utilizados na realização do PEATE com estímulo de

fala, além de investigar o fenômeno de lateralização subcortical.

Quarenta e oito voluntários (25 mulheres e 23 homens) com idades entre 20 e 28 anos participaram do estudo. Nenhum dos participantes apresentava histórico de alteração auditiva, de aprendizagem ou problemas neurológicos, assim como apresentavam função normal de orelha média e limiares auditivos normais na audiometria tonal. Todos os voluntários eram de origem persa, monolíngues por auto-relato.

As respostas do tronco encefálico ao estímulo de fala foram registradas por meio do equipamento *BiologicNavigator Pro®*. Foram utilizados dois canais para registrar as respostas ipsilateral e contralateral simultaneamente. Para estímulos monoaurais, utilizou-se o canal ipsilateral para análise. No entanto, na condição binaural, os dados

\*Residente em Audiologia Clínica na Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas - UNCISAL - Maceió (AL), Brasil.

\*\*Mestre em Saúde da Comunicação Humana pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE - Recife (PE), Brasil.

\*\*\*Doutor em Física aplicada a Medicina e Biologia pela Universidade de São Paulo – USPRP - Ribeirão Preto (SP), Brasil.

**Conflito de interesses:** Não

**Contribuição dos autores:**

**Endereço para correspondência:** Gabriella Oliveira Peixoto. Rua Walberdson Douglas Albuquerque Ferreira, 88, Ponta Grossa. CEP: 57014-120. Maceió (AL), Brasil. E-mail: gabriellapeixoto3@gmail.com

**Recebido:** 23/06/2014; **Aprovado:** 15/09/2014



## Artigo aceito para publicação

1. **ANDRADE, K. C. L.**; MUNIZ, L. F.; **MENEZES ,P.L.**; NETTO, S. C.; CARNAÚBA, A.T.L.; LEAL, M. C. The value of electrically evoked stapedius reflex in determining the maximum comfort level of a cochlear implant. *Journal of the American Academy of Audiology*, 2017.



# The Value of Electrically Evoked Stapedius Reflex in Determining the Maximum Comfort Level of a Cochlear Implant

### Buy Article:

The full text article is not available for purchase.

The publisher only permits individual articles to be downloaded by subscribers.

Authors: Cristina Lira de Andrade<sup>1</sup>; Ferreira Muniz<sup>2</sup>; de Lemos Menezes<sup>1</sup>; da Silva Caldas Neto<sup>2</sup>; Tenorio Lins Carnauba<sup>1</sup>; de Carvalho Leal<sup>2</sup>

Source: *Journal of the American Academy of Audiology*

Publisher: American Academy of Audiology

DOI: <https://doi.org/10.3766/jaaa.16117>

[< previous](#) | [view fast track articles](#) | [next >](#)

[Abstract](#) | [References](#) | [Citations](#) | [Supplementary Data](#) | [Data/Media](#) | [Metrics](#)

**Background:** One of the most important steps for good user performance with a cochlear implant (CI) is activation and programming, aimed at determining the dynamic range. In adults, current levels are determined by psychophysical measures. In babies, small children, or individuals with multiple disorders, this procedure requires techniques that may provide inconsistent responses because of auditory inexperience or the age of the child, making it a very difficult process that demands the collaboration of both the patient and the family.

**Purpose:** To study the relationship between the electrically evoked stapedius reflex threshold (ESRT) and maximum comfort level for stimulating electrodes (C-level) in postoperative CI users. **Research Design:** Cross-sectional analytical observational case series study. **Study Sample:** We assessed 24 patients of both sexes, aged between 18 and 68 yr, submitted to CI surgery. **Intervention:** Otoscopy and immittance. Next, an implant speech processor connected to an Itautec computer containing the manufacturer's software (custom sound Ep 3-2) was used, as well as an AT 235h probe inserted into the ear contralateral to the CI to capture the stapedius reflex, obtaining electrically evoked stapedius reflex thresholds. **Data Collection and Analysis:** Data from the last programming, defining C-levels for each electrode studied, were extracted from the databank of each patient. The manual decay function of the AT 235h middle ear analyzer was used to observe ESRT response in a same window for a longer response capture time. Electrodes 22, 16, 11, 6, and 1 were tested when active, with the aim of using electrodes over the entire length of the CI, and ESRT was considered present when compliance was less than or equal to 0.05 ml. Stimuli, in current units, were always initiated at 20 cu above the C-level. The analysis of variance parametric test, Tukey's honest significant difference test, the t-test, Wilcoxon nonparametric test, and the Kolmogorov-Smirnov test examined whether significant relationships existed between these other factors. **Results:** The results demonstrate that all the electrodes selected for the study exhibited higher mean reflex threshold values than their mean C-level counterparts. However, there was no significant difference between them, for electrodes 1, 6, 11, and 16. The data provided allow the use of ESRT to define Clevel values and make it possible to stipulate a correction factor ranging between 6 and 25.6 electrical units. **Conclusion:** The use of electrically evoked stapedius reflex thresholds can help the team in charge of programming CIs, making the process faster and safer, mainly for infants, small children, or individuals with multiple disorders.

**Keywords:** cochlear implant; electrophysiology and middle ear; psychoacoustics/hearing science

**Affiliations:** 1: Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas, Maceio, Brazil 2: Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brazil

Appeared or available online: May 30, 2017



## Capítulo de livro aceito para publicação

1. COSTA, K.V.T.; **ANDRADE, K.C.L.**; CAVALCANTI, M.E.;FRIZZO, A.C.F.; CARNAÚBA, A.T.L.; **MENEZES, P.L.** Hearing loss at high frequencies and oxidative stress: a new paradigm for different etiologies. In: Stavros Hatzopoulos & Andrea Ciorba. (Org.). Hearing loss. 1ed.: InTech.

*InTechOpen Book Chapter Template*

### **Hearing loss at high frequencies and oxidative stress: a new paradigm for different etiologies**

Klinger Vagner Teixeira da Costa<sup>1,2</sup>; **Kelly Cristina Lira de Andrade**<sup>2</sup>; Maria Eduarda di Cavalcanti<sup>1,2</sup>; Ana Claudia Figueiredo Frizzo<sup>3</sup>, Aline Tenório Lins Carnaúba<sup>2</sup>; **Pedro de Lemos Menezes**<sup>1,2</sup>

1. CESMAC University Center

2. Technology and Hearing Laboratory (LATEC) - State University of Health Sciences of Alagoas State University, Maceió, Brazil.

3. Júlio de Mesquita Filho Paulista State University (UNESP), Marília, Brazil;

pedrodelemosmenezes@gmail.com

#### **Abstract**

The clinical assessment of hearing loss has been transformed and revised in terms of interpreting the characteristics of patterns found in relation to the relative frequency of certain diseases. However, increasing the threshold to 4 kHz as a starting point for hearing loss has shown to be common to different diseases such as noise-induced hearing loss. The study, which seeks to identify these key points common to these losses, with an emphasis on the biophysics of the auditory system, but, above all, on oxidative stress, is justified by the importance and need to develop therapies using antioxidants, in order to delay or block the evolution of hearing loss. In noise-induced hearing loss, for example, six mechanisms can be considered: conversion of sound pressure level into hearing level, vascular failure in the cochlear region responsible for hearing at 4 kHz, sound wave propagation velocity is very high and causes the displacement amplitude in the cochlear duct, the structure anatomy of the cochlea causes a collision of fluids in the first curve of the cochlea, characteristics of auricular pavilion resonance and external auditory canal, and sound attenuation of the acoustic reflex. It is hoped that this new paradigm for the different hearing losses will result in a different approach to the physiological changes that affect the auditory system in the form of high-frequency hearing loss. As such, preventing, treating and avoiding exacerbations are possibilities to be investigated in order to guarantee efficient communication and quality of life for individuals.

**Keywords:** Hearing loss, noise-induced hearing loss, oxidative stress, presbycusis, chronic kidney disease.

Organização de livro a ser lançado em 2018 pela editora Booktoy





## Patentes depositadas

**1. ATAQUE CERTO - DISPOSITIVO DE TREINO PARA DIMINUIÇÃO DO TEMPO DE RESPOSTA E AUMENTO DA PRECISÃO NO ATAQUE DO VOLEIBOL** - Número do registro: BR1020170178013. Depositante (s): OLIVEIRA, S. L. N.; MENEZES, P. L.; **ANDRADE, K. C. L.**; FONSECA, F. S.; FIALHO, J. V. A. P.; TENÓ; CARVALHO, G. G. Depósito: 18/08/2017.



03.158.8.6.17.0692552.2

### Pedido nacional de Invenção, Modelo de Utilidade, Certificado de Adição de Invenção e entrada na fase nacional do PCT

Número do Processo: BR 10 2017 017801 3

#### Dados do Depositante (71)

---

Depositante 1 de 1

**Nome ou Razão Social:** FUNDAÇÃO EDUCACIONAL JAYME DE ALTAVILA - FEJAL

**Tipo de Pessoa:** Pessoa Jurídica

**CPF/CNPJ:** 12207742000171

**Nacionalidade:** Brasileira

**Qualificação Jurídica:** Associação com intuito não econômico

**Endereço:** RUA CONEGO MACHADO, Nº 918 - FAROL

**Cidade:** Maceió

**Estado:** AL

**CEP:** 57051-160

**País:** Brasil

**Telefone:** 82 3215 5011

**Fax:**

**Email:** michella.grey@cesmac.edu.br

**PETICIONAMENTO  
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em 18/08/2017 às 17:41, Petição 870170060379

**2. DISPOSITIVO PARA AQUISIÇÃO DE ESTÍMULOS DE FALA EM POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS DE ESTADO ESTÁVEL** - Número do registro: BR1020170008398. Depositante (s): Aline Tenório Lins Carnaúba; Pedro de Lemos Menezes; **Kelly Cristina Lira de Andrade**; Klinger Vagner Teixeira da Costa; Maria Eduarda Di Cavalcanti Alves de Souza. Universidade Federal de Alagoas, Depósito: 14/01/2017, Transferência de titularidade para a UFAL: 12/01/2018.



### Anotação de transferência de titular

Número do Processo: BR 10 2017 000839 8

#### Dados do Interessado

---

Interessado 1 de 1

**Nome ou Razão Social:** UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

**Tipo de Pessoa:** Pessoa Jurídica

**CPF/CNPJ:** 24464109000148

**Nacionalidade:** Brasileira

**Qualificação Jurídica:** Instituição de Ensino e Pesquisa

**Endereço:** Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins

**Cidade:** Maceió

**Estado:** AL

**CEP:** 57072-970

**País:** Brasil

**Telefone:** 82-3214-1064

**Fax:** 82-3214-1035

**Email:** nit@propep.ufal.br

#### Referência Petição

---

**Pedido :** BR102017000839-8

**PETICIONAMENTO  
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em 12/01/2018 às 11:28, Petição 870180002818

**3. DISPOSITIVO PARA SIMULAÇÃO DE PERDAS AUDITIVAS PARA FINS DIDÁTICOS** - Número do registro: BR1020160243289. Depositante (s): Aline Tenório Lins Carnaúba; Pedro de Lemos Menezes; **Kelly Cristina Lira de Andrade**; Ranilde Cristiane Cavalcanti Costa; Grazielle de Farias Almeida; Klinger Vagner Teixeira da Costa; Sonia Maria Soares Ferreira; Camila Maria Beder Ribeiro; Kristiana Cerqueira Mousinho; Maria Eduarda Di Cavalcanti Alves de Souza; Thaís Nobre Uchoa Souza. Depósito: 14/01/2017.



### Cumprimento de exigência decorrente de exame formal

Número do Processo: BR 10 2016 024328 9

#### Dados do Depositante (71)

---

Depositante 1 de 1

**Nome ou Razão Social:** ALINE TENORIO LINS CARNAUBA

**Tipo de Pessoa:** Pessoa Física

**CPF/CNPJ:** 05844748492

**Nacionalidade:** Brasileira

**Qualificação Física:** Doutorando

**Endereço:** RUA DR. RUBENS VILLAR DE CARVALHO, N.47 GRUTA DE LOURDES

**Cidade:** Maceió

**Estado:** AL

**CEP:** 57052619

**País:** Brasil

**Telefone:**

**Fax:**

**Email:** alinel.tenorio@gmail.com

#### Referência Petição

---

**Pedido :** BR 102016024328-9

**PETICIONAMENTO  
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em 14/01/2017 às 16:41, Petição 870170002841