

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

ALINE TENÓRIO LINS CARNAÚBA

Desenvolvimento e padronização de um estímulo verbal utilizado para evocar potenciais auditivos de estado estável

Maceió – AL
2018

ALINE TENÓRIO LINS CARNAÚBA

Desenvolvimento e padronização de um estímulo verbal utilizado para evocar potenciais auditivos de estado estável

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

Orientador: Prof. Dr. Pedro de Lemos Menezes

Co-orientador (a): Profa. Dra. Ilka do Amaral Soares

Maceió – AL

2018

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

- C288d Carnaúba, Aline Tenório Lins Carnaúba.
 Desenvolvimento e padronização de um estímulo verbal utilizado para
 evocar potenciais auditivos de estado estável / Aline Tenório Lins Carnaúba. –
 2018.
 85 f. : il. tabs., graf.
- Orientador: Pedro de Lemos Menezes.
 Co-Orientadora: Ilka do Amaral Soares.
 Tese (doutorado na Rede Nordeste de Biotecnologia) – Universidade Federal
 de Alagoas. Instituto de Química e Biotecnologia. RENORBIO. Maceió, 2018.
- Inclui bibliografia.
 Apêndices: f. 82-85.
1. Potenciais evocados auditivos. 2. Audição. 3. Linguagem. I. Título.

CDU: 616.28-008-14

ALINE TENÓRIO LINS CARNAÚBA

Desenvolvimento e padronização de um estímulo verbal utilizado para evocar potenciais auditivos de estado estável

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: 22/03/2018.

BANCA EXAMINADORA



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



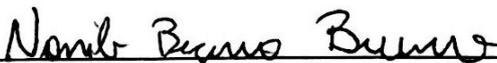
Prof.ª Dr.ª Ana Claudia Figueiredo Frizzo
Universidade Estadual Paulista - UNESP



Prof. Dr. Laércio Pol Fachin
Centro Universitário CESMAC



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



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

DEDICATÓRIA

À Maria Eduarda, minha filha, o amor da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu Marido, Paulo Fabrício, por compreender os meus momentos de ausência e por compartilhar sonhos e acima de tudo, pelo amor.

Aos meus pais, Cleber e Martha, pela educação que me proporcionaram e pelos valores que me ensinaram, pelo exemplo de luta, empenho e perseverança que me levou, desde muito cedo, à busca de conquistas.

Agradeço as minhas amigas e companheiras de doutorado, Kelly e Maria Eduarda, uma de mais longa data que compartilhou as dificuldades do mestrado e doutorado, além de coordenar o laboratório junto comigo e a outra que apareceu em minha vida mais recentemente e compartilha vários momentos não só da vida acadêmica.

Agradeço também ao meu amigo Klinger por todos os conselhos, não só na condução do trabalho, mas até nas horas em que parece que nada está dando certo.

Aos integrantes do Laboratório de Audição e Tecnologia, em especial a Maria de Fátima, Luís Gustavo, Natália, Thais e Ranilde pelo incentivo e disponibilidade durante a elaboração deste trabalho.

Ao meu orientador, Pedro de Lemos Menezes, pela paciência frente às minhas dúvidas e dificuldades e pelos conhecimentos compartilhados na condução deste trabalho.

Agradeço aos meus companheiros de doutorado (Augusto e Carol), pela amizade e convivência, fundamentais para suportar todas as adversidades, compartilhadas e superadas a cada encontro.

Ao Centro Especializado em Reabilitação III, em especial a Janaina Cajueiro, e ao HEHA, em especial a Boanerges Lopes, que muito ajudaram, tornando possível o meu afastamento para cursar o doutorado.

A Ana Paula, secretária da pós-graduação, pela prontidão na resolução de todas as questões burocráticas, disponibilidade e auxílio nos momentos que necessitei.

Ao Programa de Pós-Graduação Biotecnologia em Saúde- RENORBIO.

À banca titular da qualificação, Prof^a Dra Luciana Cora, Prof Dr Nassib Bueno e Prof^a Dra Angelina Bossi pelas sugestões preciosas que ajudaram na construção deste trabalho.

À banca titular da defesa, Prof^a Dra Ana Claudia Frizzo, Prof^a Dra Luciana Cora, Prof Dr Nassib Bueno e Prof Dr Laercio Fachin pelo aceite em participarem da minha banca de defesa, bem como pelas considerações realizadas.

À CAPES, que financiou este projeto.

A Universidade Federal de Alagoas.

A Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas.

A Deus, obrigada pela oportunidade de ter todas essas pessoas na minha vida. Alguns trilhando sempre ao meu lado, outros tantos por apenas cruzarem o meu caminho, mas deixando suas marcas.

APRESENTAÇÃO

Esta tese integra um dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Biotecnologia em Saúde pelo Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO), da Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

Neste contexto, encontra-se a construção deste documento em formato de capítulos, cujo objetivo principal foi apresentar um panorama do trabalho de pesquisa da doutoranda, no período de 2014 a 2018.

O principal objeto de estudo desta tese é o diagnóstico auditivo diferencial por meio do desenvolvimento de estímulos verbais que serão utilizados para evocar potenciais auditivos de estado estável. A ideia surgiu a partir da busca de soluções para a realização de exames de potenciais evocados auditivos mais fidedignos e precisos, que pudessem avaliar um cenário mais próximo da realidade acústica do ouvinte com estímulos de fala humana.

Inicialmente, buscou-se na literatura todos os mecanismos envolvidos na percepção dos estímulos verbais, desde a captação do sinal acústico na orelha externa até sua significação no córtex.

Sabendo-se que a integridade do sistema auditivo influencia no desenvolvimento normal da linguagem, fala, leitura e escrita, o conhecimento detalhado do processo subjacente ao “ouvir e compreender” fornece dados relevantes para a compreensão de transtornos relacionados às áreas auditivas e de linguagem, assim como para a escolha de condutas apropriadas.

Sendo assim, estudos iniciais foram realizados com o objetivo de buscar soluções de natureza tecnológica que aumentassem os recursos disponíveis para a avaliação dos potenciais evocados auditivos com estímulos verbais. Essa busca resultou em um artigo de prospecção intitulado: “Prospecção Tecnológica de Processos e Equipamentos para Diagnóstico Audiológico com Estímulos de Fala”, o qual foi submetido à revista *Cadernos de Prospecção*.

Diante dos resultados encontrados neste primeiro momento, ajustes metodológicos foram realizados com o objetivo de avaliar quais estímulos estão sendo utilizados nesses potenciais e com qual finalidade, resultando no artigo intitulado: “Potenciais Evocados Auditivo de Estado Estável com Estímulos

Verbais em Pacientes com Dislexia: uma Metanálise”, o qual foi submetido a revista *Plos One*.

Após a finalização desta primeira etapa do estudo, caracterizada por uma busca de referencial teórico, foram produzidos um estímulo verbal (vogal sustentada /a/ modulada) e um estímulo padrão (tom puro de 500Hz modulado). E em seguida, testes preliminares (realização dos potenciais evocados auditivos de estado estável com os estímulos verbais) foram realizados, seguindo critérios pré-estabelecidos, com o objetivo de testar os estímulos produzidos e verificar a viabilidade de evocar potenciais auditivos. Após a realização, pôde-se observar limitações dos equipamentos disponíveis no mercado ficando limitada à utilização apenas do estímulo acústico inalterável fornecido pelo fabricante, inclusive sem a possibilidade de inserir novos tipos estímulos.

A partir da falta de algo concreto que pudesse facilitar a utilização dos estímulos verbais, percebeu-se a necessidade de criar um dispositivo capaz de evocar esses estímulos com interferência ou não de ruído. Detalha-se, então, ao final deste trabalho, o desenvolvimento de uma patente caracterizada por um dispositivo acessório para uso clínico com o intuito de permitir um diagnóstico diferencial entre alterações de linguagem e auditivas.

Por fim, a partir dos testes preliminares foi contratada uma empresa para transformação da patente em produto. Atualmente o produto está em fase de finalização, a equipe de *software* está trabalhando na separação das ondas e na sua representação gráfica e a equipe do *hardware*, no controle de ajustes internos do protótipo. Com o protótipo finalizado, as inconveniências referidas anteriormente poderão ser sanadas, uma vez que o dispositivo em questão irá possibilitar a inserção de estímulos mais complexos na realização do exame, além de permitir o entendimento acerca dos processos fisiológicos envolvidos na compreensão da fala, aumentando a precisão no diagnóstico auditivo/linguagem.

Todos os estudos acerca do objeto principal do estudo resultaram em: elaboração de um capítulo de livro que será publicado em agosto de 2018, três artigos originais foram submetidos, sendo dois de metanálise; oito resenhas publicadas; um artigo publicado; duas patentes submetidas junto ao Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e um protótipo em desenvolvimento.

RESUMO

Sabendo-se que a integridade do sistema auditivo influencia no desenvolvimento dos aspectos da linguagem e que a compreensão das alterações auditivas e de linguagem fornece dados relevantes para a escolha de intervenções apropriadas, propôs-se desenvolver recursos tecnológicos para a avaliação dos potenciais evocados auditivos com estímulos verbais. Inicialmente, foi realizada uma busca de referencial teórico e em seguida, foi realizada a produção do estímulo verbal. Posteriormente, esse estímulo verbal produzido foi testado com objetivo de verificar a viabilidade do mesmo em evocar potenciais evocados auditivos de estado estável. Além disso, considerando a falta de um equipamento que pudesse facilitar a utilização dos estímulos verbais, percebeu-se a necessidade de criar um dispositivo capaz de evocar esses estímulos com interferência ou não de ruído. Sendo assim, foi desenvolvida uma patente caracterizada por um dispositivo acessório para uso clínico cujo o intuito de permitir um diagnóstico diferencial entre alterações de linguagem e auditivas. Por fim, a partir dos testes preliminares foi contratada uma empresa para transformação da patente em produto. Conclui-se, de maneira geral, que o estímulo verbal é capaz de evocar potenciais evocados auditivos de estado estável, porém os aparelhos disponíveis no mercado apresentam restrições quanto suas funcionalidades. Com o protótipo finalizado, as inconveniências referidas anteriormente poderão ser sanadas, uma vez que o dispositivo em questão irá possibilitar a inserção de estímulos mais complexos na realização do exame, além de permitir o entendimento acerca dos processos fisiológicos envolvidos na compreensão da fala, aumentando a precisão no diagnóstico.

Palavras-chave: Potenciais evocados auditivos; audição; linguagem.

ABSTRACT

Given that auditory system integrity influences the development of language aspects and that understanding auditory and speech alterations provides important data for selecting appropriate interventions, we proposed to develop technological resources to assess auditory evoked potentials with verbal stimuli. First, a theoretical reference search was conducted, followed by production of the verbal stimulus. Next, the verbal stimulus produced was tested in order to confirm its ability to elicit auditory steady-state evoked potentials. Considering the lack of equipment that could facilitate the use of verbal stimuli, we perceived the need to create a device capable of evoking these stimuli with the interference or not of noise. Accordingly, we obtained a patent for a clinical accessory to enable differential diagnosis between speech and auditory alterations. Finally, after preliminary tests, a company was contracted to manufacture the product. It was concluded that a verbal stimulus can elicit auditory steady-state evoked potentials, but the functionality of the devices available on the market is restricted. With the final prototype, the aforementioned problems may be overcome, since the device in question will make it possible to use more complex stimuli during testing, and help elucidate the physiological processes involved in speech comprehension, enhancing diagnostic accuracy.

Keywords: Auditory evoked potentials; hearing; language.

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

AM	Amplitude
ANSI	<i>American National Standard Institute</i>
ASA	<i>Auditory Science Analysis</i>
dB	<i>Decibels</i>
dBNA	Decibéis nível de audição
dBNPSppe	Decibéis nível de pressão sonora pico-a-pico equivalente
DeCS	Descritores em Ciências da Saúde
DP	Desvio-padrão
FFR	<i>Frequency Following Response</i>
FO	Frequência Fundamental
HINT	<i>Hearing in test noise</i>
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
ICP	sigla em inglês de Classificação Internacional de Patentes
Hz	<i>Hertz</i>
kHz	Quilohertz
LATEC	Laboratório de Audição e Tecnologia
MASTER	<i>Multiple Auditory Steady-State Response</i>
MESH	<i>Medical Subject Headings</i>
ms	Milissegundos
NIT	Núcleo de Inovação Tecnológica
PEA	Potenciais Evocados Auditivos
PEAC	Potenciais Evocados Auditivos Corticais
PEAEE	Potenciais Evocados Auditivos de Estado Estável
PEATE	Potenciais Evocados Auditivos
PCT	sigla em inglês do Tratado de Cooperação de Patentes
RENORBIO	Rede Nordeste de Biotecnologia
SNC	Sistema Nervoso Central
SNR	<i>Signal-to-noise ratio</i>
TE	Tronco Encefálico
TL	Termo Livre
TRF	Transformada Rápida de Forrier

UFAL	Universidade Federal de Alagoas
UNCISAL	Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas
UNESP	Universidade Estadual Paulista
WIPO	<i>World Intellectual Property Organization</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	17
	Objetivos gerais.....	17
	Objetivos específicos	17
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
4	ARTIGOS	27
4.1.	Artigo 1- Prospecção Tecnológica	27
	Prospecção Tecnológica de Processos e Equipamentos para Diagnóstico Auditivo Com Estímulos De Fala	27
4.2.	Artigo 2- Revisão Sistemática com Metanálise	40
	Auditory Steady-State Evoked Potential with speech stimuli in patients with dyslexia: a meta-analysis.....	40
5	TESTES PRELIMINARES COM SERES HUMANOS	57
6	PATENTE	66
	Dispositivo para aquisição de estímulos de fala em potenciais evocados auditivos de estado estável	67
7	PROTÓTIPO	72
8	CONCLUSÃO	75
9	EPÍLOGO	76
	REFERÊNCIAS	77
	APÊNDICES	83
	Apêndice A - Estratégias de busca	83
	Apêndice B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	84
	Apêndice C - Questionário de triagem	86
	ANEXOS	87
	Anexo A – Comprovante de submissão Revista Cadernos de Prospecção	87
	Anexo B – Comprovante de submissão Plos One.....	88
	Anexo C - Aprovação do Comitê de ética e Pesquisa	90
	Anexo D - Patente depositada	93
	Anexo E - Comprovante de transferência de titularidade da Patente	94
	Anexo F - Patente depositada	95
	Anexo G - Produção secundária.....	96

1 INTRODUÇÃO

A percepção de sons verbais envolve o processo de detecção, decodificação, reconhecimento e categorização de um sinal sonoro e é influenciada pelos segmentos das unidades acústicas que variam em duração e frequência, dentre outras características (TALLAL, 2000; BENASCHI; TALLAL, 2002).

Depois que o sinal verbal é transformado pelo sistema auditivo periférico, as informações acústicas são extraídas, codificadas e processadas pelo sistema auditivo central. Desta forma, pode-se dizer que a percepção auditiva é o resultado do processamento auditivo do sinal (RUSSO et al., 2004; KRAUS; NICOL, 2005; CHANDRASEKARAN et al., 2014). Quando ocorre alguma alteração nesse processamento auditivo, uma instabilidade na representação verbal também ocorre no cérebro (TALLAL, 2000; BENASCHI; TALLAL, 2002).

Para a avaliação da audição, não se deve considerar apenas os mecanismos periféricos e a integridade de estruturas neurais. É necessário considerar todo o cérebro, com a intenção de se investigar e entender a função auditiva (KRAUS; NICOL, 2003; NICOL; KRAUS, 2004).

O uso de medidas objetivas - como as medidas eletroacústicas e eletrofisiológicas - além de investigar a integridade do sistema, fornece meios para investigar a função das vias auditivas neurais e suas relações no cérebro (KRAUS; CHEOUR, 2000).

Os Potenciais Evocados Auditivos (PEAs), que são medidas eletrofisiológicas, avaliam a atividade neuroelétrica da via auditiva e podem ser realizados tanto no domínio do tempo quanto no domínio das frequências (MENEZES, 2008).

No domínio do tempo, representa a passagem do potencial elétrico por diversas estruturas anatômicas da via auditiva, permitindo o topodiagnóstico de afecções no percurso dos neurônios pelo tronco cerebral (HALL, 2006). Contudo, é um exame relativamente demorado e pouco preciso quanto às frequências comprometidas, a não ser que se empreguem estímulos *tone bursts* (MENEZES, 2008).

Uma técnica promissora, e mais recente, avalia os potenciais auditivos no domínio das frequências. Nesta, tons modulados podem ser apresentados às duas orelhas simultaneamente e a Transformada Rápida de Fourier (TRF) associada a técnicas estatísticas (RAMOS et al., 2000), revela quais frequências são transmitidas pela via auditiva. É um exame muito mais rápido e preciso quanto ao comprometimento das frequências. Contudo, perde algumas informações temporais, preciosas para o topodiagnóstico (LINS, 2002).

Os PEAs têm sido utilizados como uma ferramenta para diagnósticos funcionais, rotineiramente utilizam o clique como estímulo acústico, pois desencadeia uma resposta sincrônica e apresenta um espectro amplo de frequências (MATAS et al., 2005). Porém, para Russo et al. (2004) estímulos como o clique e o tom puro, embora sejam largamente utilizados na prática clínica, são estímulos simples e as respostas aos estímulos complexos, como os verbais, são bem menos conhecidos.

Os PEAs com estímulos verbais são utilizados na avaliação de alterações de linguagem/auditiva. Seu uso deve-se ao fato da codificação neural deficiente da informação auditiva comprometer o desenvolvimento adequado das habilidades linguísticas, provavelmente por contribuir para uma percepção errônea de pistas auditivas importantes contidas nos sinais verbais (MUNIZ et al., 2011).

São utilizados diferentes estímulos verbais, como o /da/ e o /ta/, bem como o /ba/ e o /pa/, entretanto, o estímulo mais utilizado é a sílaba /da/ sintetizada, embora alguns autores afirmem que com o uso deste tipo de estímulo perde-se a naturalidade do som produzido podendo interferir na percepção do ouvinte (SILVA, 2006).

Diversos estudos vêm sendo realizados com o objetivo de delinear o processamento auditivo utilizando estímulos verbais ao nível do tronco encefálico (SONG et al., 2006; JOHNSON et al., 2007), assim como sua relação com o processamento cortical (BANAI et al., 2005; ABRAMS et al., 2006). Entretanto, poucos estudos correlacionam o PEA no domínio das frequências com estímulos verbais e com o processamento auditivo/linguagem (SHINN; MUSIEK, 2007; POELMANS et al, 2012.; DE VOZ et al., 2017).

Na prática clínica e em pesquisas com PEA no domínio das frequências, são utilizados estímulos *chirps* de banda larga e de banda estreita, tons

modulados em amplitude, tons combinados de amplitude e frequência modulados e cliques (MESGARANI; CHANG, 2012). Porém, sabe-se que avaliações com PEA no domínio das frequências, por causa de sua natureza objetiva independente, são ideais para investigar as bases neurais da percepção da fala, sem a interferência da subjetividade da resposta comportamental, mostrando-se úteis no estabelecimento de relações anato-funcionais do sistema auditivo humano.

Além disso, é indiscutível a importância do estudo das bases neurofisiológicas da percepção normal da fala, ou seja, de como os elementos acústicos verbais são representados nas vias auditivas centrais, tornando-se fundamental para o conhecimento acerca de onde e como as diferentes modalidades são traduzidas, retransmitidas, representadas e processadas para gerar respostas adequadas.

Diante do exposto, busca-se com este trabalho responder a seguinte pergunta: Existe alguma maneira de ampliar os recursos disponíveis para a avaliação dos potenciais evocados auditivos com estímulos verbais?

2 OBJETIVOS

Objetivos gerais

Desenvolver recursos tecnológicos para a avaliação dos potenciais evocados auditivos com estímulos verbais

Objetivos específicos

- Desenvolver um estímulo verbal capaz de evocar potenciais auditivos de estado estável;
- Descrever e caracterizar um estímulo verbal capaz de gerar respostas eletrofisiológicas auditivas;

Desenvolver os recursos necessários para a execução do estímulo verbal por meio dos equipamentos de avaliação dos potenciais evocados auditivos de estado estável disponíveis no mercado.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Potenciais evocados auditivos no domínio do tempo e das frequências

Os PEAs consistem no registro da atividade elétrica que ocorre desde o nervo auditivo até o córtex cerebral, fornecendo uma medida eletrofisiológica do funcionamento do sistema auditivo periférico e central. São captados por meio de eletrodos fixados na superfície da pele e podem ser classificados de acordo com a latência (tempo de ocorrência das respostas após o início da estimulação acústica), a origem anatômica (sítio gerador da atividade neuroelétrica), a relação entre estímulo e resposta (transitória/contínua X exógena/ endógena, exógena: depende das características físicas do estímulo; e endógena: depende da habilidade como o indivíduo interpreta este estímulo) (HALL, 2002) e forma de análise (domínio do tempo e das frequências) (MENEZES, 2008).

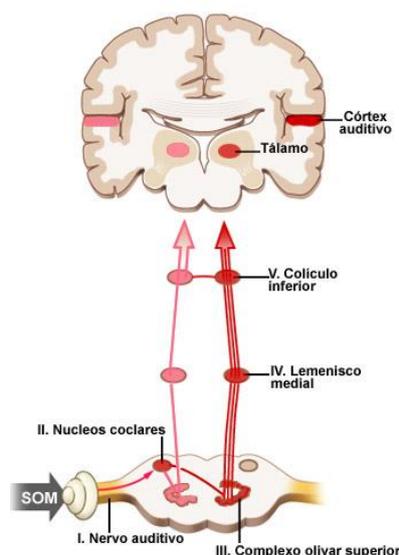


Figura 1 - Caminho percorrido pelos potenciais evocados auditivos.

Fonte: <http://www.cochlea.eu/po/exploracao-funcional/metodos-objetivos/vias-auditivas>

A classificação mais utilizada é a da latência. Desta forma, os PEA podem ser classificados em potenciais evocados auditivos de curta, média e longa latências (PICTON et al., 1974; HALL, 2002; MATAS; MAGLIARO, 2011). Dentre os PEA de curta latência, que ocorrem até 10 ms após a apresentação do estímulo acústico, o mais utilizado na prática clínica é o Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) (DURRANT; FERRARO, 2001). O

PEATE é composto de sete ondas, cujos sítios geradores são identificados com bastante precisão, auxiliando na pesquisa do limiar eletrofisiológico, bem como da integridade da via auditiva.

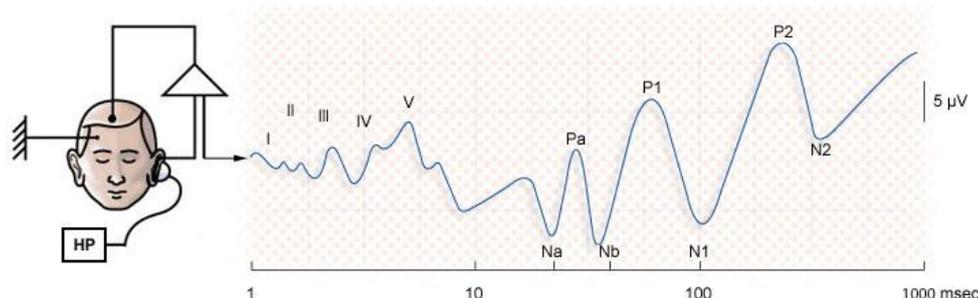


Figura 2 - Classificação dos potenciais evocados auditivos de acordo com a latência.

Fonte: <http://www.cochlea.eu/po/exploracao-funcional/metodos-objetivos/vias-auditivas>

O PEATE pode ser evocado por uma gama de estímulos, incluindo tom puro, ruído e sons verbais (KRISHNAN, 2002; RUSSO et al., 2004). O sinal de fala é composto por estímulos complexos que mudam rapidamente quanto à frequência. Essa estrutura complexa requer uma resposta sincronizada para uma decodificação precisa (KRAUS; NICOL, 2003; NICOL; KRAUS 2004). Sendo o PEATE um potencial que investiga a decodificação em tronco encefálico e que depende desse sincronismo neural e das características temporais do som. O uso do estímulo verbal, constitui-se em importante ferramenta no estudo das bases neurais da percepção da fala, assim como na investigação da decodificação neural, da sincronia e do processamento das características automáticas da fala (KRAUS; NICOL, 2003).

Estudos mostram a importância da análise do traçado dos PEA com estímulos verbais, tanto no domínio do tempo, quanto das frequências, uma vez que há evidências que o estímulo verbal é codificado de diferentes formas e que seus componentes são funcionalmente dissociados um dos outros (RUSSO et al., 2004; HAYES et al., 2003; KRAUS; NICOL, 2005; WIBLE et al., 2005).

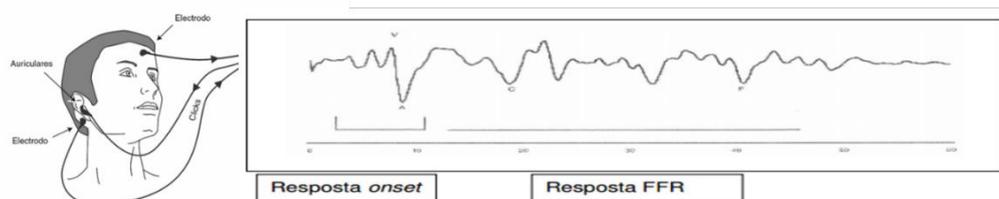


Figura 3 - Potenciais evocados auditivos com estímulos verbais no domínio do tempo.

Fonte: Filippini e Schochat, 2009.

Tradicionalmente, os PEA são analisados no domínio do tempo, isto é, o registro é feito sob forma de onda que representa a variação do potencial elétrico no tempo. Entretanto, artefatos e interferências no sinal podem dificultar a interpretação, e o exame fica altamente subjetivo, dependendo da experiência do avaliador. Com o objetivo de eliminar essas interferências, podem ser empregadas técnicas de processamento de sinais, como, a Transformada Rápida de Fourier (TRF), que analisa o potencial no domínio das frequências (ROCHA et al., 2006).

O Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável (PEAEE) é um potencial evocado auditivo repetitivo cujos componentes de frequência mantem-se constantes ao longo do tempo (REGAN, 1993; PICTON et al., 2003); reflete a descarga sincrônica dos neurônios no sistema auditivo e diferencia-se dos demais potenciais pela maneira como é gerado e analisado (DUARTE, 2007).

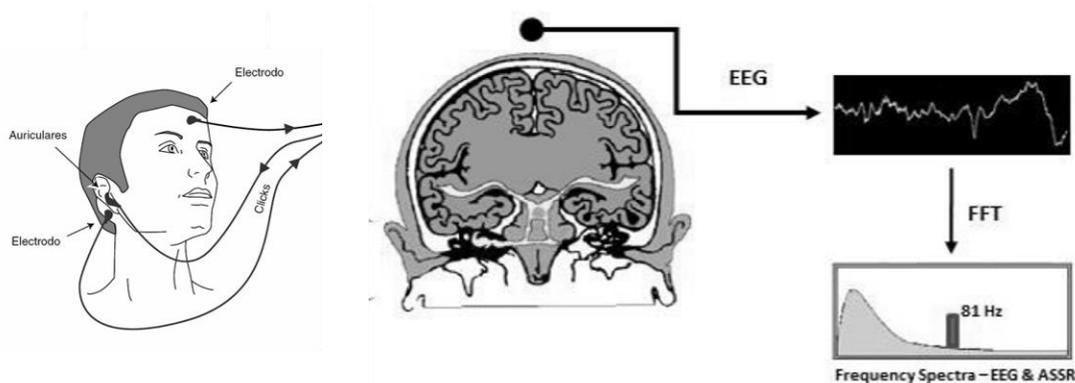


Figura 4 - Potenciais evocados auditivos de estado estável.

Legenda: EEG (eletroencefalografia) FFT (Fast Fourier Transform)

Fonte: <http://www.codeconcept.co.uk/master-ii-assrs-based-system-for-hearing-assessment/>

Os PEAAE trouxeram a promessa de solucionar algumas das limitações dos PEATE-clique e PEATE com estímulos de fala, já que a utilização de estímulos específicos e simultâneos torna mais rápido e específico o registro das respostas. Além disso, pesquisa os limiares em intensidades mais fortes que os outros procedimentos citados, permitindo avaliar a audição residual nos casos de perdas auditivas profundas (SHINN; MUSIEK, 2007).

Histórico dos estímulos verbais

Os primeiros estudos que buscaram avaliar a codificação das propriedades temporais e espectrais dos sinais verbais em humanos foram realizados por Moushegian et al. em 1973. Desde então, o interesse pelo tema vem se tornando crescente e, por isso, nos últimos anos, diversas pesquisas têm sido realizadas a fim de compreender o modo pelo qual a fala é processada no tronco encefálico.

Em 1990, Bregman propôs um quadro teórico para a *Auditory Scene Analysis* (ASA) no qual divide o processamento da entrada de fala em duas fases. A primeira fase, chamada segregação primitiva, analisa a entrada acústica para fornecer a percepção dos sons; e a segunda, chamada segregação baseada em esquemas, configura a diferenciação da cena, reconstruída a partir das pistas auditivas. Neste modelo, durante a análise acústica, os estímulos verbais e não verbais compartilham processos neurais semelhantes, porém são analisados e processados por vias e estruturas diferentes.

A capacidade de discriminar sons verbais depende das pistas espectrais e temporais. As pistas espectrais referem-se à informação disponível no espectro de frequência do estímulo, incluindo a frequência fundamental (F0) e os harmônicos, a estrutura e as transições dos formantes. As pistas temporais, por outro lado, referem-se à informação disponível nas flutuações de amplitude do estímulo ao longo do tempo, que podem ser classificadas como envelope (2 a 50 Hz), periodicidade (50 a 500 Hz) e pistas de estrutura fina (> 500 Hz) (ROSEN, 1992; EDWARDS; CHANG, 2013; LEONG; GOSWAMI, 2014; GREENBERG et al., 2015). As indicações de periodicidade de baixa frequência fornecem expressões, formas e informações prosódicas, que estão todas relacionadas à frequência fundamental do sinal.

O processamento neuronal da estrutura fonológica da fala é representado por diferentes padrões temporais e é conhecida por ser mediada pela atividade sincronizada de neurônios no córtex auditivo (GIRAUD; POEPEL, 2012; PEELLE; DAVIS, 2012; SAOUD et al., 2012). Mais especificamente, a sincronização das ondas delta (<4 Hz) e theta (4 - 8 Hz) foi associada ao processamento neural das informações de taxa de sílaba (PEELLE et al., 2013; DING; SIMON, 2014; DOELLING et al., 2014). Já a sincronização das oscilações beta (13 - 30 Hz) e gama (> 30 Hz) foi associada ao processamento neural de informações de taxa de fonema (SHAMIR et al., 2009; LUO; POEPEL, 2012; MORILLON et al., 2012).

Em um discurso contínuo, o envelope temporal é caracterizado por múltiplas taxas de modulações de amplitude (AMs), variando de 2 a 50 Hz (ROSEN, 1992). As taxas de AM mais lentas, entre 4 e 20 Hz, são importantes para segmentar a fala em unidades menores (DRULLMAN et al., 1994; SHANNON et al., 1995; PEELLE et al., 2013; DING; SIMON, 2014; DOELLING et al., 2014). A segmentação da fala na extremidade inferior a essa faixa AM foi considerada importante para o processamento da informação ao nível da sílaba, enquanto que a segmentação da fala na extremidade superior desse intervalo fornece informações importantes sobre o nível de fonema (POEPEL, 2003). Dada a importância da informação temporal para a percepção da fala, é de particular interesse compreender como as taxas de modulações silábicas fonêmicas são processadas no córtex auditivo.

Neste contexto, os objetivos dos estudos com estímulos verbais têm sido, dentre outros: estabelecer procedimentos confiáveis e valores normativos para a adequada realização do PEATE com estímulos verbais (RUSSO et al., 2004); desenvolver abordagens experimentais que expliquem os processos de percepção da fala (KOCH et al., 1999); caracterizar os resultados do PEATE com estímulo verbal de crianças com distúrbios de aprendizagem e/ou fala e linguagem (KING et al., 2002; WIBLE et al., 2004); avaliar a plasticidade neuronal em tronco encefálico por meio do PEATE com estímulo verbal após treinamento auditivo (HAYES et al., 2003); avaliar a influência do ruído e de outras condições de escuta adversa nas respostas evocadas auditivas em tronco encefálico eliciadas por estímulos verbais; estabelecer correlações entre as respostas

em tronco encefálico e as respostas corticais para estímulos verbais (WIBLE et al., 2005); propor um método para mapear a área neural envolvida no processamento da fala por meio de eletrodos de superfície (SCHALK et al., 2016) e propor um método de geração e gravação dos PEATE, utilizando estímulos que simulam a fala, para aperfeiçoamento de implantes cocleares e/ou próteses auditivas (ELBERLING; HARTE, 2016).

Segundo Abrams e Kraus (2009), diversas são as vantagens do uso do PEATE com estímulos verbais: estímulos de fala são mais frequentes no dia-a-dia que o clique, *chirps* e *tone burst*; a compreensão do modo pelo qual o sistema auditivo responde ao estímulo verbal só pode ser obtida por meio do uso deste tipo de estímulo, em função da não linearidade do sistema auditivo; e quando o estímulo verbal é escolhido cuidadosamente, as propriedades acústicas do sinal podem ser controladas. Além disso, a exposição frequente aos sons verbais e o uso subsequente destes em contextos linguísticos, favorecem a plasticidade neuronal da via auditiva, podendo acarretar mudanças na representação neural da fala, condição esta que não pode ser predita a partir do uso de estímulos como o clique (BANAI; KRAUS, 2008).

Outro aspecto importante que deve ser reforçado diz respeito ao processo de adaptação de prótese auditiva. Uma vez que o aparelho de amplificação sonora é adaptado em um determinado usuário, parâmetros precisam ser ajustados para garantir que o ganho seja definido de forma adequada, permitindo que o espectro de fala seja amplificado dentro do campo dinâmico auditivo (JOSÉ et al., 2011; CAMPOS et al., 2011; ISA, 2012). Para uma adequada adaptação, deve ser feito testes que verifiquem o desempenho do paciente com o uso da amplificação. A verificação de que as metas prescritas de ganho acústico e saídas máxima foram ou não atingidas pode ser realizada por meio de equações prescritivas adequadas. No entanto, tais equações dependem da precisão de cálculos baseados no limiar auditivo medido ou estimado. Erros, desvios ou imprecisões que possam acontecer em qualquer um desses estágios podem comprometer as metas de amplificação a serem atingidas (DURANTE et al., 2014; SILVA, 2014).

Além disso, com a finalidade de se adequar o desempenho e conforto da amplificação, relatos do próprio paciente são utilizados para fazer ajustes

finos de características eletroacústicas da amplificação. No entanto, no caso de neonatos ou adultos em processo de adaptação de próteses auditivas, impossibilitados de responder, além da observação comportamental clínica e relatos subjetivos dos responsáveis, não dispõe de qualquer outro meio objetivo de validação que garanta que ele esteja detectando o som amplificado, em especial do som de fala em intensidades normais de conversação (SHARMA et al., 2002; SILVA, 2014; ELBERLING; HARTE, 2016).

Diante desse impasse, observou-se um crescente interesse pelos PEAs. No entanto, os PEATE são inadequados, pois os estímulos utilizados para evocá-los são tipicamente muito curtos (<10 ms), e o processamento de aparelhos auditivos distorce o estímulo, tornando difícil a interpretação das ondas (ELBERLING; DON, 2010; ELBERLING; HARTE, 2016). Já os potenciais evocados auditivos corticais (PEAC) estão crescendo em popularidade para a verificação do ajuste do aparelho auditivo, em particular, com o uso de fonemas de curta duração e estímulos semelhantes a fala. Os PEAC utilizam os estímulos verbais com o argumento de que refletem a codificação neural e fornecem evidências objetivas de que a fala amplificada foi detectada. Porém, apresentam a desvantagem de que são fortemente afetados pela atenção do sujeito, sendo difícil de controlar em lactentes. Além disso, a detecção objetiva em forma de ondas (resposta) é desafiadora, já que as ondas variam intra e inter sujeitos. Apesar de terem duração maior do que os estímulos de curta duração, os estímulos típicos para evocar PEAC são ainda relativamente curtos e, portanto, estão sujeitos à mesma distorção e desvantagem descritas acima (ELBERLING, 2005).

Em 2016, a *Interacoustics* propôs uma nova abordagem de geração e gravação dos PEAE (ELBERLING; HARTE, 2016) utilizando estímulos que simulam a fala, para aperfeiçoamento de implantes cocleares e/ou próteses auditivas, permitindo uma avaliação clínica do processamento verbal nos dispositivos de amplificação sonora. Sendo assim, o objetivo dessa abordagem é fornecer uma nova maneira de evocar o PEAE, utilizando estímulos de fala sintetizada, porém mantendo as vantagens de abordagens tradicionais, no qual o estímulo e a estrutura de resposta no domínio da frequência estão bem definidos e previsíveis. Isto é, usando algoritmos automáticos para estimar a

detecção e amplitude com base em um conjunto de harmônicos das taxas de modulação / repetição dentro das diferentes bandas de frequência do estímulo.

A possibilidade de inserção dos estímulos verbais nos exames de potenciais evocados auditivos, segundo as pesquisas científicas, permitirá a avaliação sobre os processos biológicos envolvidos no processamento da fala, sobretudo nas questões cognitivas, auditivas e/ou linguísticas.

4 ARTIGOS

Neste capítulo serão descritos os artigos originais intitulados “Prospecção tecnológica de processos e equipamentos para diagnóstico audiológico com estímulos de fala” e “Auditory Steady-State Evoked Potential with speech stimuli in patients with dyslexia: a meta-analysis”. O primeiro artigo, foi submetido à revista *Cadernos de Prospecção* (Anexo A). O segundo artigo foi submetido à revista *Plos One* (Anexo B), Qualis A1 para a área de Biotecnologia e fator de impacto 3,54, de acordo com o *Journal Citation Reports®* de 2016.

4.1. Artigo 1- Prospecção Tecnológica

Este artigo caracteriza-se como o resultado da busca de anterioridade, que inclui conhecimentos de natureza tecnológica (ou não), para auxiliar na tomada de decisões sobre o desenvolvimento científico, tecnológico e inovativo dos estímulos verbais. Sendo assim, o presente artigo apresenta uma prospecção, em nível internacional e nacional, de tecnologias de processo de aquisição de estímulos, voltadas para o diagnóstico audiológico, com o intuito de fornecer subsídios para o desenvolvimento dos estímulos verbais.

Prospecção Tecnológica de Processos e Equipamentos para Diagnóstico Audiológico Com Estímulos De Fala

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma prospecção tecnológica de processos e equipamentos na área de fonoaudiologia, voltadas para o diagnóstico audiológico com estímulos de fala. A metodologia de pesquisa fez uso das bases de patentes, a fim de realizar uma busca de anterioridade no setor tecnológico. Vários aspectos dos resultados desta pesquisa foram analisados, com o objetivo de identificar o estado da arte. A partir dessas análises observou-se que os principais depositantes nesta área são as Empresas e Universidades.

Considerando que o avanço tecnológico é a base para o desenvolvimento e para o aprimoramento de testes, condutas e diagnósticos nesta área, verifica-se que temas mais específicos, como no referido estudo, esta ocorrência fica ainda mais evidente.

Palavras Chave: Audição. Estímulos de fala. Fala.

INTRODUÇÃO

Os potenciais evocados auditivos (PEAs) podem ser realizados em dois domínios. No domínio do tempo, os seus componentes, as ondas I, II, III, IV e V, representam a passagem do potencial elétrico por diversas estruturas anatômicas da via auditiva. Além de mostrar resultados próximos aos limites da audição, permitindo o topodiagnóstico de afecções no percurso dos neurônios pelo tronco cerebral (HALL, 2006). Contudo, é um exame relativamente demorado e pouco preciso quanto às frequências comprometidas, a não ser que se empreguem estímulos *tone bursts* (MENEZES, 2008), processo que demanda ainda mais tempo.

Uma técnica promissora, e mais recente, avalia os potenciais auditivos no domínio das frequências. Tons modulados podem ser apresentados às duas orelhas simultaneamente e a Transformada Rápida de Fourier (TRF) associada a técnicas estatísticas, revela quais frequências são transmitidas pela via auditiva (RAMOS et al., 2000). É um exame muito mais rápido e preciso quanto ao comprometimento das frequências, além de outras aplicações. Porém, perde informações temporais, preciosas para o topodiagnóstico (LINS, 2002).

Sendo assim, surgiu um questionamento em busca de soluções para exames de potenciais evocados auditivos mais fidedignos, visando um diagnóstico diferencial mais eficiente entre alterações de linguagem e auditivas.

Atualmente, potenciais evocados auditivos de tronco encefálico (PEATE), no domínio do tempo, são utilizados na avaliação de alterações de linguagem/auditiva, seu uso deve-se ao fato da codificação neural deficiente da informação auditiva comprometer o desenvolvimento adequado das habilidades linguísticas, provavelmente por contribuir para uma percepção errônea de pistas auditivas importantes contidas nos sinais de fala (MUNIZ et al., 2011).

O estímulo acústico mais empregado na obtenção do PEATE é o clique, pois desencadeia uma resposta sincrônica de muitos neurônios e apresenta um espectro amplo de frequências (MATAS et al., 2003). Porém, para Russo et al. (2004) estímulos como o clique e o tom puro, embora sejam largamente utilizados na prática clínica, são estímulos simples e as respostas aos estímulos complexos, como a fala, são bem menos conhecidas.

O sinal de fala, estrutura espectro-temporal complexa, requer uma resposta neural sincronizada para codificação precisa, e as respostas evocadas dependem exatamente deste tipo de ativação sincrônica, sendo ideais para o estudo das bases neurais da percepção da fala (KRAUS; NICOL, 2003).

A percepção da fala envolve processamentos como análise auditiva periférica e extração das características automáticas nos núcleos do tronco encefálico (TE), que leva à classificação das palavras e fonemas (KRAUS; NICOL, 2003).

Assim, as respostas do TE geram informações diretas sobre como a estrutura do som da sílaba de fala é codificada no sistema auditivo. O potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE) com estímulo de fala pode ser dividido em: porções transiente e sustentada, componentes de respostas *onset* (início do estímulo) e a frequência seguida de resposta *Frequency-following Response* (FFR). As respostas *onset* são processos transientes, similares ao clique, com precisão de décimos de milissegundos (ms). Representam primariamente a resposta a eventos discretos no estímulo, como seu início, e as modulações sucessivas causadas pela vibração das pregas vocais. Os componentes da resposta sustentada permanecem durante a reprodução de um estímulo periódico, e refletem a integridade geral da resposta em relação ao mesmo (RUSSO et al., 2003; ROCHA et al., 2010).

Atualmente, os estímulos de fala são produzidos nos laboratórios das Universidades, sem rigor técnico e protocolo definido. Os equipamentos utilizados para captar tais estímulos são importados e geralmente, muito restritos com relação às suas funcionalidades, o que impede a investigação da utilização de novas formas de estimulação bem como de outros métodos de processamento sobre o desempenho da técnica.

O presente trabalho apresenta uma prospecção, em nível internacional e nacional, de tecnologias de processo de aquisição de estímulos de fala, voltadas

para o diagnóstico audiológico com estímulos de fala. Objetivou-se detectar as empresas e os países mais atuantes neste segmento, e os principais inventores; a fim de apresentar o panorama do nicho tecnológico para este produto.

METODOLOGIA

As buscas utilizaram combinações de palavras chave, no campo “resumo”, a fim de melhor representar o objeto de pesquisa. Inicialmente utilizou-se as palavras chave: *estimul** e *fala* na base de dados do INPI e *stimul** e *speech* nas bases internacionais. O operador booleano utilizado foi “AND”, para limitar as buscas dos dois termos usados em conjunto. Esta primeira busca, mais ampla, serviu para estabelecer um histórico das patentes sobre o assunto, de forma a criar um panorama de mercado.

Refinando a busca, foram utilizados, além das palavras anteriores, os termos: *audi** na base nacional e *speech or voice* e *audi** nas internacionais. Como também foi refinado por Classificação Internacional de Patentes: A61B5/12, A61B5/00, G10L21/02, G10L13/00, G10L15/20 (Tabela 1). Os operadores booleanos utilizados foram “AND” para restringir a busca anterior e “OR” entre os sinônimos.

Tabela 1 – Classificação Internacional de Patentes selecionadas.

Classificação	Descrição
A61B5/00	Medição com finalidades de diagnóstico; Identificação de pessoas; / Audiometria
A61B5/12	Medição com finalidades de diagnóstico; Identificação de pessoas; / Audiometria
G10L13/00	Síntese da fala; Sistemas texto-para-fala
G10L15/20	Reconhecimento da fala; / Técnicas de reconhecimento de fala especialmente adaptadas para robustez em ambiente adverso
G10L21/02	Processamento do sinal de fala ou voz para produzir outro sinal audível ou não audível

Fonte: Autoria própria (2017).

Os resultados obtidos foram analisados, a fim de identificar as principais Classificações Internacionais de Patente (IPC), os principais países de prioridade das tecnologias, ou seja, o primeiro país no qual a tecnologia foi depositada; as empresas mais atuantes nesta área, a evolução do número de proteções ao longo dos últimos 10 anos, a distribuição dos depósitos entre empresas, universidade e inventores individuais, a situação legal atual das proteções e a distribuição das patentes concedidas em função dos principais países de prioridade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, são apresentados os resultados das buscas nas três bases de patentes, utilizando as palavras chave definidas na metodologia. Na Tabela 2 são mostrados os números de documentos de patente encontrados, sem nenhum filtro. Como esperado, observou-se que as técnicas adotadas (uso de operadores booleanos, combinação de sinônimos e truncamento das palavras-chave) resultou em um bom refinamento de documentos e na obtenção de uma quantidade satisfatória, o que permite uma análise clara e representativa do panorama internacional das proteções na área de fonoaudiologia, voltadas para o diagnóstico audiológico com estímulos de fala.

Tabela 2 – Resultados da busca de anterioridade, por combinações de palavras-chave segundo a Classificação Internacional de Patentes sem refinar.

Combinações de palavras-chaves	INPI	WIPO	DERWENT
<i>estimul* and fala</i>	6	-	-
<i>stimul* and speech</i>	-	617	748
<i>estimul* and fala and audi*</i>	1	-	-
<i>stimul* and (speech or voice) and audi*</i>	-	423	528

Legenda: - dados não pesquisados nas referidas bases. Fonte: Autoria própria (2017).

Dentre as combinações testadas, as que acrescentam o termo “audi*” (*estimul* and fala and audi** e *stimul* and (speech or voice) and audi**) forneceu

um total de 952 documentos antes da filtragem, sendo inferior ao número encontrado para a combinação de palavras-chaves sem o referido termo (1371 documentos). Observa-se que a base Derwent apresentou o maior número de resultados. Após o refinamento da busca e verificação de duplicidade de registros, reduziu-se o total de documentos para 163 e 223, respectivamente (Tabela 3), sendo selecionado este resultado para a realização das análises, pois, como esperado, observou-se, graças as técnicas de busca e refinamento (uso de operadores booleanos, combinação de sinônimos e truncamento das palavras-chave) adotadas, um universo de documentos bem selecionados e uma boa quantidade de documentos.

Tabela 3 – Resultados da busca de anterioridade, por combinações de palavras-chave segundo a Classificação Internacional de Patentes após o refinamento.

Combinações de palavras-chaves	INPI	WIPO	DERWENT
<i>estimul* and fala</i>	2	-	-
<i>stimul* and speech</i>	-	131	90
<i>estimul* and fala and audi*</i>	1	-	-
<i>stimul* and (speech or voice) and audi*</i>	-	90	72

Legenda: - dados não pesquisados nas referidas bases. Fonte: Autoria própria (2017).

A metodologia de pesquisa, adotada no presente trabalho, permitiu a avaliação do cenário internacional e nacional de tecnologias fonoaudiológicas para diagnóstico audiológico com estímulos de fala. A partir de informações obtidas nas bases de patentes nacionais (INPI) e internacionais (*Patentscope* pelo site da Organização Mundial da Propriedade Intelectual - WIPO e *Derwent Innovations Index da Thomson Reuters Scientific* por meio do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), foram realizadas buscas de anterioridades.

Análise dos documentos de patente obtidos na base do INPI

Ao realizar a análise dos documentos obtidos junto ao INPI, observou-se que nenhum documento abordava o tema propriamente dito, sendo referente a

aparelhos de amplificação sonora individual e implante coclear. A quantidade de tecnologias protegidas na área de fonoaudiologia que possuem o Brasil como país de prioridade é ainda inexpressivo. No entanto, a partir da busca de anterioridade, observou-se uma tendência crescente no número de tecnologias protegidas na área de fonoaudiologia, mas que não apresentam como foco as tecnologias para diagnóstico audiológico com estímulos de fala, como visto nos documentos PI 0503708-5, PI 0413308-0 e PI 9612703-1.

Outro fator que pode influenciar na proteção e disseminação de produtos na área fonoaudiológica para diagnóstico audiológico com estímulos de fala, no Brasil, é o seu longo período de maturação tecnológica, que as tecnologias em desenvolvimento apresentam, resultado da interação de vários fatores ligados à pesquisa e desenvolvimento, tais como execução, cronograma e orçamento, mas também à legislação, como, por exemplo, a obrigatoriedade, prevista no Art 12º da Lei 6.360/1976, de registro destas tecnologias no Ministério da Saúde, para o qual é necessária a autorização da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa, concedida mediante a realização de testes em seres humanos (BRASIL, 1976).

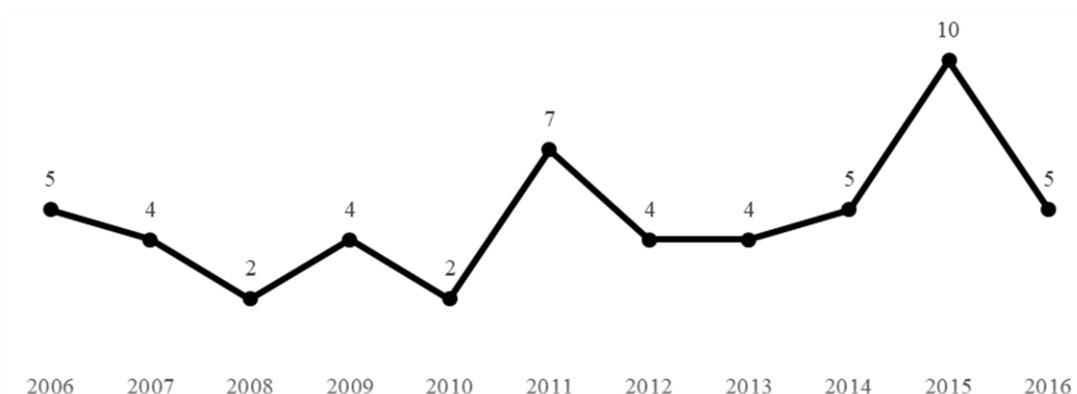
Análise dos documentos de patente obtidos na base WIPO

A análise dos 90 documentos obtidos na base de dados WIPO, após refinamento por Classificação Internacional de Patentes, englobou três documentos relacionados à tecnologia pesquisada, porém com enfoque diferente. Desses, o primeiro deles (WO/2016/179094), propõe um método para mapear a área neural envolvida no processamento da fala por meio de eletrodos de superfície; o segundo (US20160235328) refere-se a um método para geração e gravação dos potenciais evocados auditivos de estado estável, utilizando estímulos que simulam a fala para aperfeiçoamento de implantes cocleares e/ou próteses auditivas; e o terceiro (WO/2016/011189), propõe um método para gerar estímulos complexos, simulando os sons para detecção e análise auditiva.

A evolução anual do número de depósitos, entre 2006 e 2016, Gráfico 1, apresenta um comportamento oscilatório, tendo um aumento entre os anos de 2010 e 2011, seguido de uma queda entre 2011 e 2012 e um aumento entre 2014 e 2015. Este fato pode ter relação com o surgimento de novos

equipamentos, desenvolvimento de protocolos e *softwares* comercialmente disponíveis para detecção dos potenciais evocados auditivos.

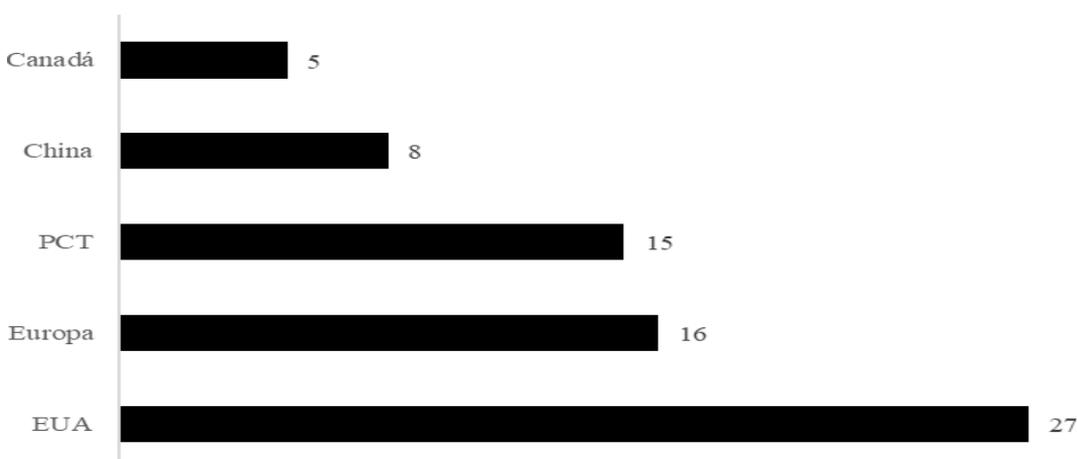
Gráfico 1 – Número de depósitos entre 2006 e 2016.



Fonte: Autoria própria (2017).

O gráfico 2 mostra a distribuição das tecnologias protegidas entre os principais países de prioridade, entre 2006 e 2017. Os Estados Unidos (EUA) com 27 documentos, seguido da Europa (16 documentos) e Tratado de Cooperação de Patentes - PCT (15 documentos). A grande quantidade de depósitos pelos EUA pode ser atribuída a uma importante valorização da Propriedade Industrial.

Gráfico 2 – Principais países responsáveis pelo maior número de depósitos das patentes entre os anos de 2007 e 2017.



Legenda: PCT - Tratado de Cooperação de Patentes; EUA – Estados Unidos da América.

Fonte: Autoria própria (2017).

Com relação aos maiores depositantes, pode-se observar o investimento de empresas e Universidades em pesquisa e desenvolvimento de patentes, além de interesse em proteger as tecnologias em estudo. Na Tabela 4, observa-se um maior número de depósitos, principalmente por parte das Empresas (sete documentos), seguidas pelas Universidades (três documentos).

Tabela 4 – Quantidade de documentos depositados por empresas e universidades entre 2007 e 2017.

Depositantes	Patentes depositadas
DECIBEL INSTRUMENTS, INC.	5
EAST CAROLINA UNIVERSITY	3
ADVANCED BIONICS AG	2

Fonte: Autoria própria (2017).

A *Decibel Instruments Inc* é uma empresa orientada para serviços especializados em equipamentos de teste audiométricos, já a *Advance Bionics*, é líder global no desenvolvimento de sistemas de implantes cocleares. Adquirida pela *Sonova Holding AG* e trabalhando com a *Phonak* desde 2009, a *Advance Bionics* desenvolve tecnologia de implante coclear de ponta que restaura a audição para aqueles com perda auditiva grave a profunda.

Análise dos documentos de patente obtidos na base Derwent

A partir dos 90 documentos recuperados na base de dados Derwent foi feito um refinamento utilizando a Classificação Internacional de Patentes: A61B5/12, A61B5/00, G10L21/02, G10L13/00, G10L15/20, resultando em 72 documentos.

A análise desses 72 documentos permitiu a seleção de seis documentos relacionados indiretamente à tecnologia pesquisada, os mesmos referem-se a testes acústicos e eletrofisiológicos com estímulos de fala. Um dos processos inclui a aquisição/geração de som para a apresentação de um estímulo auditivo

oral a um sujeito; o segundo, propõe um método para mapear a área neural envolvida no processamento da fala por meio de eletrodos de superfície; e o terceiro, método para geração e gravação dos potenciais evocados auditivos de estado estável, utilizando estímulos que simulam a fala, para aperfeiçoamento de implantes cocleares ou próteses auditivas.

Os demais documentos analisados relacionavam-se a processos de aperfeiçoamento de aparelhos de amplificação sonora individual e implante coclear, como pode ser observado na Tabela 5 pelo nome das principais empresas depositantes. É válido ressaltar que as empresas que mais depositaram patentes (*Cochlear, Advanced e Med-el*), são as que mais desenvolvem tecnologias para implante coclear.

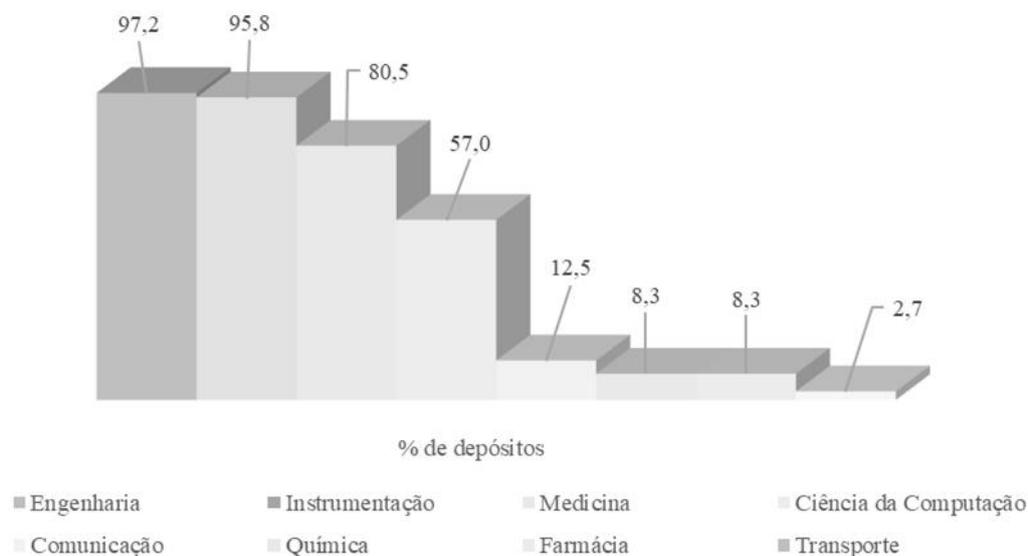
Tabela 5 – Quantidade de documentos depositados por empresas e universidades entre 2007 e 2017.

Depositantes	Nº de patentes depositadas
COCHLEAR LTD	6
ADVANCED BIONICS AG	5
MED-EL ELEKTROMEDIZINISCHE	3
DOLBY LAB LICENSING CORP	2
MEDTRONIC INC	2
UNIV CALIFORNIA	2
UNIV MELBOURNE	2
US DEPT VETERANS AFFAIRS	2

Fonte: Autoria própria (2017).

Por fim, as principais áreas de conhecimento relacionadas à tecnologia estudada, encontram-se ilustradas no Gráfico 3, apresentando um maior destaque as áreas de instrumentação e engenharia.

Gráfico 3 – Principais áreas de conhecimento referente aos principais depósitos realizados entre os anos de 2007 e 2017.



Fonte: Autoria própria (2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na área audiológica, os estudos, produtos e publicações são relativamente novos. Considerando que o avanço tecnológico é a base para o desenvolvimento e para o aprimoramento de testes, condutas e diagnósticos nesta área, verifica-se que temas mais específicos, como no referido estudo, em que a tecnologia estudada foi o desenvolvimento e utilização de testes de fala, esta ocorrência fica ainda mais evidente.

REFERÊNCIAS

ACERO A, HUANG XD, ZHANG Z, DROPPA JG, LIU Z, inventores; Microsoft Corporation, cessionário. Método e aparelho para intensificação de fala multisensória. PI 0503708-5. 2005.

BRASIL. Lei n. 6.360, de 23 de setembro de 1976. Dispõe sobre a Vigilância Sanitária a que ficam sujeitos os Medicamentos, as Drogas, os Insumos

Farmacêuticos e Correlatos, Cosméticos, Saneantes e Outros Produtos, e dá outras Providências. 1976.

SHENNIB A, URSO R, inventor; Decibel Instruments, Inc (US) cessionário. Prótese intracanal para avaliação de audição. PI 9612703-1. 1996.

HALL JW. New Handbook for Auditory Evoked Responses. Boston: Pearson Education. 2006. 736p

KRAUS N, NICOL T. Aggregate neural responses to speech sounds in the central auditory system. **Speech Communication**. 2003; 41:35-47.

LINS OG. Audiometria fisiológica tonal utilizando respostas de estado estável auditivas do tronco cerebral. 71f. [Tese de Doutorado]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina; 2002.

MATAS CG. Audiometria de tronco cerebral. In: CARVALLO RMM. Fonoaudiologia: informação para a formação - procedimento em Audiologia. São Paulo: Guanabara Koogan; 2003. p. 43-56.

MENEZES PL. Desenvolvimento de um dispositivo capaz de registrar e analisar potenciais evocados auditivos nos domínios do tempo e das frequências. 99f. [Tese de Doutorado]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2008

MUNIZ CN. Processamento de sinais acústicos de diferentes complexidades em crianças com alteração de percepção da audição ou de linguagem. [Dissertação]. São Paulo; 2011.

MILLER L, MOORE IV, BISHOP C, inventores. Frequency – multiplexed speech-oun stimuli for hierarchical neural characterization speech processing. US, WO/2016/11189, PCT/US2015/040629. 2 de janeiro de 2016. Disponível em: <https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2016011189>

SCHALK G, RITACCIO AL, de PESTERS A, TAPLIN A, inventores. Rapid mapping of language function and motor function without subject participation. US, WO2016179094, PCT/US2016/030418. 10 de novembro de 2016.

Disponível em:

<https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf;jsessionid=16430C8E9E9F7974A6DFB248622C582D.wapp2nA?docId=WO2016179094> 12

SOREM L, MICHAEL HJ, CLAUS E, inventores. System and method for generating and recording auditory steady-state responses with a speech-like stimulus. US, US20160235328. 14 de fevereiro de 2018. Disponível em: <https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US176139847&redirectedId=true>

RAMOS EG, ZAEYEN EJB, SIMPSON DM, INFANTOSI AFC. Detecção no domínio da frequência da resposta auditiva no EEG de crianças. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**. 2000; 16(3):127-137.

ROCHA CN, FILIPPINI R, MOREIRA RR, NIF & SCHOCHAT. Potencial evocado auditivo de tronco encefálico com estímulo de fala. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**. 2010; 22(4), 479-484. <https://dx.doi.org/10.1590/S0104-56872010000400020>

RUSSO N, TRENT N, MUSACCHIA G, KRAUS N. Brainstem responses to speech syllables. **Clin Neurophysiol**. 2004; 115:2021-2030.

SOUZA O, inventor; Hamamatsu Foundation for Science and Technology Promotion (JP), cessionário. Método de conversão de fala em um implante de cóclea. PI 0413308-0. 2004.

4.2. Artigo 2- Revisão Sistemática com Metanálise

Este artigo representa, no contexto da tese, o início do aprofundamento metodológico para a produção dos estímulos verbais. Por meio de buscas sistematizadas, foi possível investigar quais estímulos estão sendo utilizados nos potenciais evocados auditivos de estado estável (PEAEE) e com qual finalidade. Durante a busca dos artigos foi possível observar uma gama de produção científica voltada para os estímulos verbais, mas devido a especificidade do tema e do principal objeto de estudo da tese, optou-se por estudar apenas os estudos que envolvessem os PEAEE com estímulos verbais e dislexia. Já que pretende-se aprofundar o diagnóstico diferencial entre linguagem e audição.

Auditory Steady-State Evoked Potential with speech stimuli in patients with dyslexia: a meta-analysis

Aline Tenório Lins Carnaúba^{1¶}, Kelly Cristina Lira Andrade^{1&},
Klinger Vagner Teixeira da Costa^{1&}, Pedro de Lemos Menezes^{2¶}

1. Department of Audiology, State University of Health Sciences of Alagoas, Maceió, Alagoas, Brazil

2. Postgraduate department in health research, Cesmac University Center, Maceió, Alagoas, Brazil

*Corresponding author :

E-mail:alinel.tenorio@gmail.com (ATLC)

¶These authors contributed equally to this work.

&These authors also contributed equally to this work.

Abstract

Dyslexia is a set of specific symptoms caused by cortical and subcortical dysfunctions that affect reading and writing learning ability. One of the hypotheses is that speech disorders are caused by changes in auditory processing, that is, dyslexic individuals are able to discriminate altered sounds, and for this reason, the rapid fusion of stimuli is compromised, resulting in changes in temporal processing and contributing to altered perception of acoustic cues contained in speech signals. This study aimed to determine whether adults with dyslexia demonstrate difficulties in phonemic-rate (modulation frequency of 20 Hz) or syllabic processing (modulation frequency of 4 Hz) compared to normal adults. This was a systematic review with meta-analysis, in which the following databases were searched: PubMed, SCOPUS, Web of Science, SciELO and LILACS, as well as gray literature databases: OpenGrey.eu and DissOnline. The following inclusion criteria were adopted: random clinical trials or not, observational studies, articles published in any language, articles with no minimum limit for publication date, and articles that discuss auditory steady-state evoked potentials with speech stimuli in individuals with dyslexia using modulation frequencies of 4 and 20Hz. Of the 1522 titles considered relevant, 1482 abstracts were read and of these, 15 complete texts were selected to be read in their entirety. After reading, 13 articles were excluded for not meeting the eligibility criteria. As such, two complete texts were included in qualitative and quantitative analysis. Previously established relationships demonstrate that adults with dyslexia exhibit difficulties in processing syllabic rates (modulation frequency of 4 Hz) in the right ear, compared to normal adults.

1 Introduction

2 Dyslexia is a set of specific symptoms caused by cortical and subcortical
3 dysfunctions that affect reading and writing learning ability [1]. To understand the
4 clinical manifestations of dyslexia, the literature focuses on speech disorders [2-
5 3]; albeit without consensus. One of the hypotheses is that speech disorders are
6 caused by changes in auditory processing, that is, dyslexic individuals are able
7 to discriminate altered sounds, and for this reason, the rapid fusion of stimuli is
8 compromised, resulting in changes in temporal processing [3-4] and contributing
9 to altered perception of acoustic cues contained in speech signals.

10 Given that studies using behavioral measures obtained inconsistent
11 results, electrophysiological assessments, because of their independent
12 behavior, are ideal for investigations on the neural basis of speech perception,
13 without the interference of a subjective behavioral response, and have proven to
14 be useful in establishing anatomic and functional relationships in the human
15 auditory system [5]. Auditory steady-state evoked potentials (ASSEPs) are
16 electrophysiological recordings representing a fixed relationship between
17 response aspects and phase or stimulus time, enabling neurodiagnostic
18 evaluation of the central nervous system (CNS) [6-11].

19 Assessing these potentials with verbal stimuli makes it possible to monitor
20 normal auditory development and the risk of acquiring communication disorders
21 and compromised language, since the verbal stimuli are complex signals that
22 indicate speech processing in the cortex [10,12].

23 Verbal signals are composed of elements with rapidly-changing
24 frequencies. This complex spectral-temporal structure requires neural integrity to
25 accurately code [12]. The acoustic properties of verbal sounds are coded at all
26 levels of the auditory system, and these acoustic parameters are represented
27 differently and change along the auditory pathway [13]. As such, to understand
28 and process speech, simultaneous and coordinated activation of ample and
29 varied neuronal populations is needed, from the transduction of the signal to the
30 cochlear nerve of the cortex [12].

31 Given that the periodic parameters of ASSEP stimuli can be adjusted and
32 controlled to correspond to the temporal rates at which significant phonological
33 components occur in speech, it was suggested that ASSEPs may offer an

34 objective measure for coding the different time scales represented in the
35 perception of the speech envelope [5,7].

36 Based on previously established relationships, this study aimed to
37 determine whether adults with dyslexia demonstrate difficulties in phonemic-rate
38 (modulation frequency of 20 Hz) or syllabic processing (modulation frequency of
39 4 Hz) compared to normal adults.

40 This systematic review sought to answer the following question: is there a
41 difference in signal-to-noise ratio (SNR) between normal individuals and those
42 with dyslexia when modulation frequencies of 4 HZ (syllabic processing) and
43 20Hz (phonemic processing) are used?

44

45 **Methods**

46 The review is reported according to the Preferred Reporting Items for
47 Systematic Reviews and Meta-Analyses Statement (PRISMA) [14]. A protocol
48 was published in the PROSPERO database
49 (<http://www.crd.york.ac.uk/PROSPERO>), number CRD42018092455.

50

51 Research strategy

52 The strategies aimed at a complete search, including the descriptors
53 (DeCS and MESH) and free terms (FT) "Speech" and "auditory steady state
54 response" or "steady-state auditory evoked response" and "adults". The complete
55 strategy can be found in the supplementary material (Appendix A).

56 Searches were carried out in December 2017 and January 2018. The
57 following databases were surveyed: Pubmed, ClinicalTrials, BVS (LILACS and
58 MEDLINE), SCOPUS, Web of Science, as well as the grey literature databases
59 OpenGrey.eu, DissOnline, and ReasearchGate. There was no manual search of
60 the articles included and specialists in the area were not contacted to avoid the
61 risk of bias [15].

62

63 Eligibility criteria

64 The following inclusion criteria were adopted: random clinical trials or not,
65 observational studies, articles published in any language, articles with no
66 minimum limit for publication date, and articles that discuss auditory steady-state
67 evoked potentials with speech stimuli in individuals with dyslexia using

68 modulation frequencies of 4 and 20Hz. Excluded from the sample were studies
69 with animals or those that did not use a speech stimulus, as well as articles
70 repeated in different databases, using bibliography management software
71 (Endnote).

72

73 Data extraction

74 The titles and abstracts of the articles obtained were independently
75 analyzed by two investigators that were not blind to the authors or titles.
76 Disagreements were resolved by consensus. When consensus could not be
77 reached, a third assessor was asked to make the final decision. Potentially
78 eligible articles were analyzed in their entirety.

79 The desired outcome was the signal-to-noise ratio (SNR) between normal
80 individuals and those with dyslexia when modulation frequencies of 4 Hz (syllabic
81 processing) and 20Hz (phonemic processing) were used.

82

83 Methodological quality assessment

84 The risk of bias was evaluated according to recommendations contained
85 in the manual and those of the Newcastle-Ottawa scale [16] adapted for cross-
86 sectional studies. The quality of the studies was assessed independently by two
87 researchers and any differences were resolved by consensus. The maximum
88 score was 10 points and the following scale items were evaluated: 1) Sample
89 representativeness; 2) Sample size; 3) Non-respondents; 4) Ascertainment of the
90 risk factor; 5) Comparability, to investigate whether the results of individuals from
91 different groups are comparable, based on the study design or analysis and
92 control of confounding factors; 6) Assessment of the outcome and 7) Statistical
93 tests (table 1).

94

95

96

97

98

99

100
101**Table 1 - Newcastle-Ottawa Scale (adapted) to assess the quality of the cross-sectional studies**

Selection: (Maximum of 5 stars)
1. Sample representativeness:
a) Truly representative of the mean of the target population. * (All the subjects or a random sample).
b) Slightly representative of the mean of the target population. * (Non-random sample).
c) Group of selected users.
d) Description of sampling strategy.
2. Sample size:
a) Justified and satisfactory. *
b) Not justified.
3. Non-respondents:
a) Comparability between responses and non-responses has been established and the response rate is satisfactory. *
b) The response rate is not satisfactory or comparability between responses and non-responses is unsatisfactory.
c) Description of response rate or response and non-response characteristics.
4. Ascertainment of risk factors:
a) Validated measurement tool. **
b) Non-validated measurement tool, but the tool is available or described. *
c) Description of measurement tool.
Comparability: (Maximum of 2 stars)
1. The objects in different results are comparable, based on the study design or analysis. Confounding factors are controlled.
a) The study considers the most important factor (select one). *
b) Control of the study by any additional factor. *
Result: (Maximum of 3 stars)
1. Assessment of results:
a) Independent blind assessment. **
b) Relationship between recordings. **
c) Report.*
d) Without description.
2. Statistical tests:
a) The statistical tests used for data analysis are clearly described and adapted and the measurement of the association presented, including confidence intervals and probability level (p-value).*
b) The statistical test is not appropriate, described or complete.

102
103
104

This scale was adapted from the Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale for cohort studies used to evaluate cross-sectional investigations of quality for the systematic review entitled: "Are intentions of workers to vaccinate related to their knowledge, beliefs and attitudes? A systematic review".

105 **Data Analysis**

106 The variation in signal-to-noise ratio (SNR) between normal individuals
107 and those with dyslexia when modulation frequencies of 4 Hz (syballic
108 processing) and 20Hz (phonemic processing) were used was compared by meta-
109 analysis. To that end, a random effects model was used to measure the effect of
110 mean intergroup difference and as statistical method. An alpha value < 0.05 was
111 considered statistically significant. When adequate data were not available,
112 Cochran's recommendations were followed [17].

113 Statistical heterogeneity between the studies and inconsistencies were
114 evaluated using Cochran's Q test and the I² test, respectively ². A p-value < 0.10
115 was considered statistically significant. When necessary, study characteristics
116 considered potential sources of heterogeneity were included in subgroup

117 analysis. Moreover, heterogeneous studies were removed one by one to
 118 investigate whether they were a source of heterogeneity.

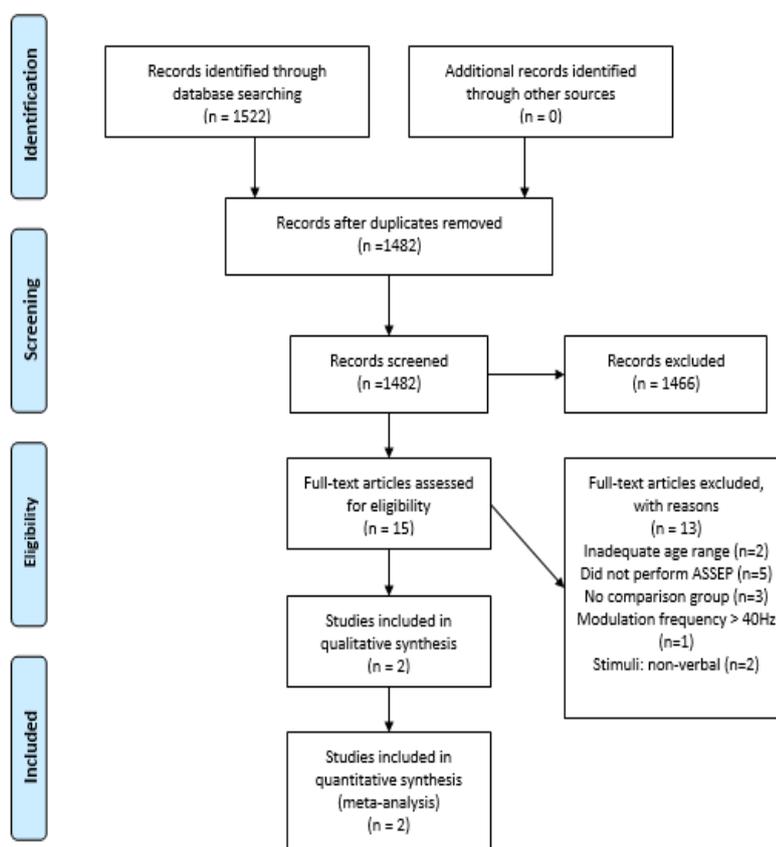
119 All analyses were conducted using RevMan (Computer program, Version
 120 5.3. Copenhagen: The Nordic Cochrane Centre, The Cochrane Collaboration,
 121 2014)

122

123 Results

124 The flowchart that illustrates the search and selection procedure is shown
 125 in figure 1. Of the 1522 titles considered relevant, 1482 abstracts were read and
 126 of these, 15 complete texts were selected to be read in their entirety. After
 127 reading, 13 articles were excluded for not meeting the eligibility criteria (table 2).
 128 As such, two complete texts were included in qualitative and quantitative analysis
 129 (table 3). The mean signal-to-noise ratios (SNR) of the modulation frequencies
 130 (4 Hz and 20 Hz) of the meta-analyzed articles are depicted in table 4.

131



132

133

Figure 1- Flowchart of article search and selection.

134 **Table 2 - Complete texts excluded from analysis.**

Authors	Year	Reason
Cone; Garinis	2009	Age range/Modulation frequency > 40Hz
De Vos et al	2017	Inadequate age range
Goossens	2016	Inadequate age range
Ananthakrishnan et al.	2017	Did not perform ASSEP
Didoné et al.	2016	Did not perform ASSEP
Lamminmäki et al.	2014	No comparison group
Yi et al.	2017	Did not perform ASSEP
Meltzer et al.	2015	Stimuli: music
Grose et al.	2009	Stimuli: speech and masking; no comparison group
Krishnan	2002	Did not perform ASSEP
Krishan; Agrawal	2010	Did not perform ASSEP
Deng; Srinivasan	2010	No comparison group
Tlumak et al	2016	Stimuli: non-verbal

135 **Table 3 - Study characteristics.**

AUTHORS	YEAR	POPULATION	MODULATION FREQUENCY	TYPE OF EARPHONE	INTENSITY	TYPE OF STIMULATION
Poelmans	2012	30 normal and 30 dyslexic individuals	4.20 and 80 Hz	ER-3A	70 dB SPL	MONO AURAL
Astrid De Vos	2016	21 normal and 32 dyslexic individuals	4, 10, 20 and 40 Hz	ER-3A	70 dB SPL	MONO and BINAURAL

136

137

138

Table 4 - Means and standard deviations of the SNR of modulation frequencies of 4 and 20 Hz, by study.

Authors	Ear	Mean SNR at 4Hz (\pm SD) dB		Mean SNR at 20Hz (\pm SD) dB	
		Normal Groups	Dyslexic Groups	Normal Groups	Dyslexic Groups
De Vos et al, 2017	RE	8.62 \pm 5.7	10.91 \pm 6	12.93 \pm 5.9	15.09 \pm 5.6
	LE	10.3 \pm 5.2	10.98 \pm 5.9	13 \pm 5.7	15.02 \pm 5.3
Poelmans et al, 2012	RE	12.78 \pm 2.3	11.54 \pm 2.6	18.07 \pm 2.5	16.83 \pm 2.5
	LE	10.4 \pm 2.3	11.4 \pm 2.3	17.38 \pm 1.8	14.57 \pm 3.2

139 Methodological quality assessment

140 Analysis of the quality of the articles included and risk of bias is shown in
 141 table 5. The two studies selected were cross-sectional and both received a final
 142 quality assessment of 70%.

143 **Table 5 - Quality of the articles selected, according to the Newcastle-Ottawa**
 144 **quality assessment scale.**

Authors	Sample representativeness	Sample size (justified)	Non-response rates	Ascertainment of risk	Comparability	Assessment of results	Appropriate statistical tests	Final assessment
De Vos et al, 2017	Non-representative	No	Satisfactory	Validated tool	Yes	Their own formula	Yes	7/10
Poelmans et al, 2012	Non-representative	No	Satisfactory	Validated tool	Yes	Their own formula	Yes	7/10

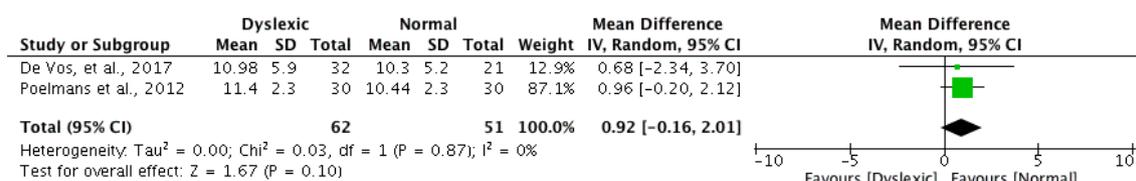
145

146 Data Analysis

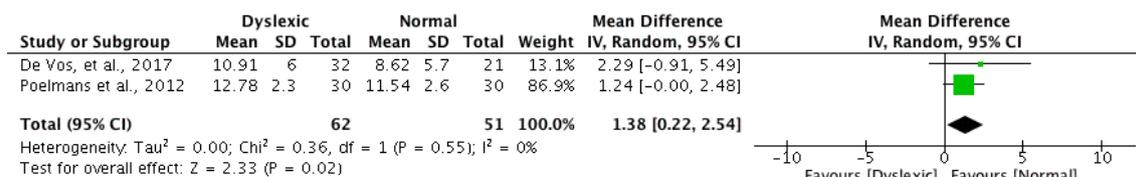
147 SNR for modulation frequency of 4Hz

148 The difference in SNR between normal and dyslexic individuals was 0.92
 149 dB, with 95% CI between -0.16 and 2.01 dB for the left ear (LE) and 1.38 dB with
 150 95% CI between 0.22 and 2.54 dB for the right ear (RE). The overall effect test
 151 obtained $p = 0.10$ for the LE and $p=0.02$ for the RE, exhibiting statistical
 152 significance for the RE. Heterogeneity was $I^2 = 0\%$, p -value = 0.87 (Figure 2a.) for
 153 the LE and $I^2 = 0\%$, p -value = 0.55 (Figure 2b.).

154



155

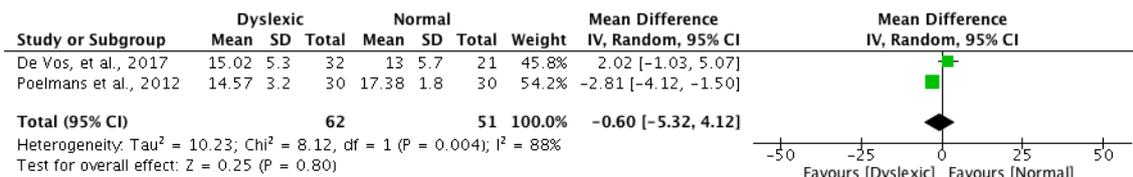
156 **Figure 2a - SNR for a modulation frequency of 4Hz for the LE**

157

158 **Figure 2b - SNR for a modulation frequency of 4Hz for the RE**

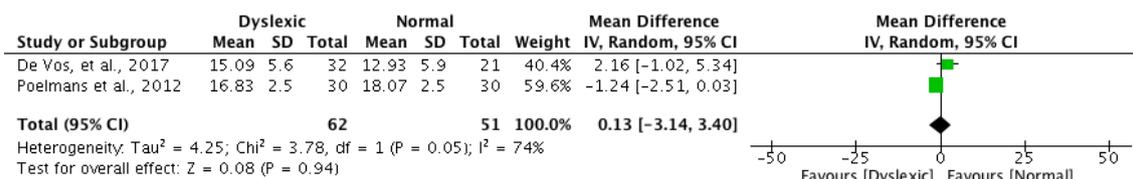
159 SNR for a modulation frequency of 20 Hz

160 The difference in SNR between normal and dyslexic individuals was -0.60
 161 dB, with 95% CI between -5.32 and 4.12 dB for the LE, and 0.13 dB with 95% CI
 162 between -3.14 and 3.40 dB for the RE. The overall effect test obtained $p = 0.80$
 163 for the LE and $p=0.94$ for the RE, revealing a non-significant difference for both
 164 ears. Heterogeneity was $I^2 = 88%$, p -value = 0.004 for the LE (Figure 3a.) and I^2
 165 = 74%, p -value = 0.05 (Figure 3b.).



166

167 **Figure 3a - SNR for a modulation frequency of 20Hz for the LE**



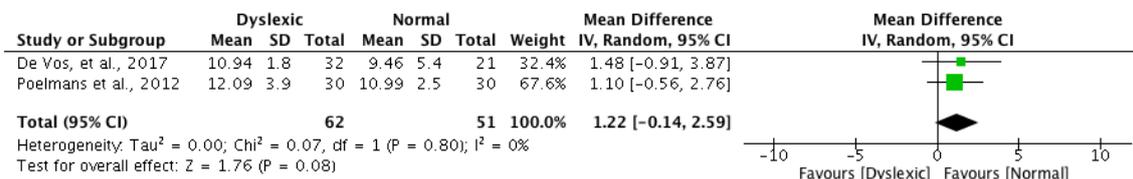
168

169 **Figure 3b - SNR for a modulation frequency of 20Hz for the RE**

170 SNR for a modulation frequency of 4Hz for the right and left ear

171 The difference in SNR between normal and dyslexic individuals was 1.22
 172 dB, with 95% CI between -0.14 and 2.59 dB. The overall effect test obtained $p =$
 173 0.08, demonstrating a non-significant difference. Heterogeneity was $I^2 = 0%$, p -
 174 value = 0.80 (Figure 4.).

175



176

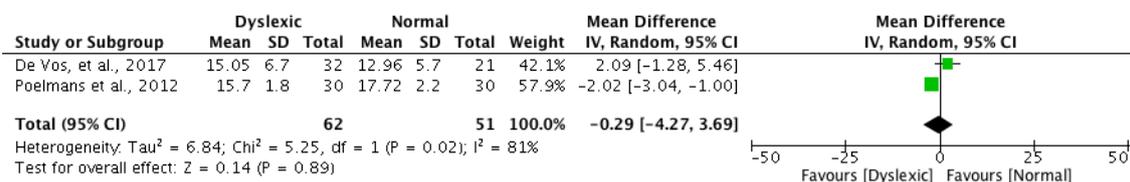
177

178 SNR for a modulation frequency of 20Hz for the right and left ear

179 The difference in SNR between normal and dyslexic individuals was -0.29
 180 dB, with a 95% CI between -4.27 and 3.69 dB. The overall effect test obtained p

181 = 0.89, showing a non-significant difference. Heterogeneity was $I^2 = 81%$, p -value
 182 = 0.02 (Figure 5).

183



184

185 Discussion

186 ASSEPs can be obtained for simultaneous tones, irrespective of
 187 amplitude and modulation frequency [18-19], providing information on how the
 188 auditory system simultaneously codes the temporal and spectral complexities of
 189 speech, making it possible to detect the objective response, precisely at the
 190 modulation frequency presented. Comparing the responses with the modulation
 191 frequencies enabled mapping the efficiency of the auditory system in capturing
 192 verbal stimuli, which are critical to phonological development [20].

193 In the studies analyzed here, normal adults and those with dyslexia differ
 194 in their ability to code the syllabic processing rate (4 Hz) in the right ear, although
 195 research demonstrates that adults with dyslexia have difficulty processing
 196 phonemic rate modulations related to a decline in speech perception and
 197 phonological skills [20-21].

198 There is evidence in the literature that changes in neural synchronization
 199 are related to speech perception deficits. Studies [21-22] report that individuals
 200 with dyslexia exhibit phonological processing problems due to the lack of neural
 201 synchronization between delta and theta oscillations, causing a decline in syllabic
 202 representations.

203 Neuronal processing of the phonological structure of speech is
 204 represented by different temporal patterns and mediated by the synchronized
 205 activity of neurons in the auditory cortex. Synchronization of delta (<4 Hz) and
 206 theta (4 - 8 Hz) waves is associated with neural processing of the syllabic rate
 207 [23-25], while beta oscillations (13 - 30 Hz) were associated with neural
 208 processing of the phonemic rate [26-28].

209 ASSEPs with modulation frequencies between 4 and 20 Hz show the
210 ability to code syllables (delta and theta oscillations) and phonemes (beta
211 oscillations), respectively, indicating the link between sensitivity for these
212 modulations and speech perception. If sensitivity to modulations in syllabic and
213 phonemic rates is indeed related to the degree of phonological awareness,
214 children that subsequently develop dyslexia would be expected to display
215 difficulties in processing the syllabic rate before reading instruction. However, this
216 hypothesis has never been directly investigated. If there is a change in the
217 syllabic-to-phonemic rate, children can be expected to exhibit a more severe
218 deficiency in syllabic rate compared to adults. To confirm this hypothesis, studies
219 are needed to investigate syllabic and phonemic rate processing in children from
220 different age groups. Furthermore, to understand these temporal modulations
221 and elucidate their influence on acquiring literacy, longitudinal studies are
222 needed, including children at risk of dyslexia [20,29].

223 Group differences in syllabic processing rate (4Hz) were observed, but not
224 for phonemic rate (20 Hz). Compared to literature findings, earlier studies
225 demonstrated reduced sensitivity of modulated phonemic rate amplitude [30,31],
226 but not in the syllabic rate of adults with dyslexia [32,33]. These studies suggest
227 that temporal processing difficulties in individuals with dyslexia occur at the same
228 level of phonological development. Assuming that phonological awareness is
229 based on the accurate coding of spoken language, which, in turn, is influenced
230 by the ability to code temporal modulations, sensitivity to specific modulations
231 may develop similarly to phonological development.

232 Each hemisphere is specialized in analyzing a different time period: slow
233 acoustic modulations (between 3 and 7 Hz) are thought to be processed in the
234 right auditory cortex, while the left auditory cortex is believed to be functionally
235 more sensitive to temporary auditory signals between 12 and 50 Hz (20-80 ms)
236 [35]. Given that accurate detection of the modulated amplitude is essential to
237 precise speech processing, ASSEPs for low modulation frequencies may be
238 related to speech perception skills. Comparing ASSEPs with modulation
239 frequencies of 20 and 4 Hz demonstrated that adults with dyslexia have difficulty
240 in phonemic (20Hz) or syllabic (4 HZ) rate processing. Based on the discovery
241 that phonemic rate sensitivity is based on syllabic rate sensitivity, we expected

242 deviant responses at both modulation frequencies in adults with dyslexia, a fact
243 that did not occur [35].

244 The assumption that an increase in ASSEPs at 4 Hz may be a neural
245 marker for speech perception is in line with the theory of predictive coding [33].
246 This theory attributes increased cortical neural response to the presence of a
247 larger predictive error component in the neural response. The error component
248 indicates that auditory input is not correctly coded. In other words, neural
249 responses increase when the error component increases and, as such, higher
250 ASSEPs suggest lower acoustic signal coding. Accurate processing of these low-
251 frequency modulations, however, is essential in analyzing syllables in connected
252 speech, leading to accurate speech perception [25].

253 The present meta-analysis has some limitations. First, the outline of the
254 studies analyzed, such as sample characterization, sample size calculation and
255 subject pairing, is lacking. Second, not all the information needed to understand
256 the methods and results of the studies is reported. Nevertheless, these limitations
257 did not compromise the analyses carried out.

258

259 **Conclusion**

260 Previously established relationships demonstrate that adults with dyslexia
261 exhibit difficulties in processing syllabic rates (modulation frequency of 4 Hz) in
262 the right ear, compared to normal adults.

Referências

1. American Psychiatric Association. DSM IV: Manual de Diagnóstico e Estatística das Perturbações Mentais. Lisboa: Climepsi Editores; 1996.
2. Lyon R, Shaywitz SE. A definition of dyslexia. *Ann Dyslexia*. 2003; 53:1-14.
3. Rey V, De Martino S, Espesser R, Habib M. Temporal processing and phonological impairment in dyslexia: effect of phoneme lengthening on order judgment of two consonants. *Brain Lang*. 2002;80(3):576-591.
4. Germano GD, Pinheiro FH, Capellini SA. Desempenho de escolares com dislexia do desenvolvimento em tarefas fonológicas e silábicas. *Rev CEFAC*. 2009;11(2):213-20.
5. Skoe E, Kraus N. Auditory brain stem response to complex sounds: a tutorial. *Ear Hear*. 2010; 31:302-324.
6. Lins OG. Audiometria fisiológica tonal utilizando respostas de estado estável auditivas do tronco cerebral. 71f. Tese de Doutorado em Medicina. Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina, São Paulo, 2002
7. Vander Werff KR. Accuracy and time efficiency of two ASSR analysis methods using clinical test protocols. *J Am Acad Audiol*. 2009;20(7):433-452.
8. Korczak P, Smart J, Delgado R, Strobel Tm, Bradford C. Auditory steady-state responses. *J Am Acad Audiol*. 2012;23(3):146-170. doi: 10.3766/jaaa.23.3.3.
9. Galambos R, Makeig S, Talmachoff Pj. A 40-Hz auditory potential recorded from the human scalp. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1981;78(4):2643-2647.
10. Edwards E, Chang EF. Syllabic (2–5 Hz) and fluctuation (1–10 Hz) ranges in speech and auditory processing. *Hearing Research*. 2013; 305:113–134.

11. Bucuvic Ec, Iorio Mcm. Resposta auditiva de estado estável. In: Boechat EM, Menezes PL, Couto CM, Frizzo ACF, Scharlach RC, Anastasio ART. *Tratado de Audiologia*. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015. p. 126-134
12. Nicol T, Kraus N. Speech-sound encoding: physiological manifestations and behavioral ramifications. *Suppl Clin Neurophysiol*. 2004; 57:628-634.
13. Warren R. *Auditory perception: a new analysis and synthesis*. Cambridge, UK: Cambridge University Press; 1999.
14. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. The PRISMA Group. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med*. 2009; 6: e1000097. doi:10.1371/journal.pmed.1000097
15. Sterne JAC, Egger M, Moher D. Addressing reporting biases. In: Higgins JPT, Green S, eds. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1.0*. Available at: <http://www.cochrane-handbook.org>. Accessed February 10, 2016
16. Von E, Rollin A. Ottawa Hospital Research Institute. The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses. Disponível em: http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/nosgen.pdf
17. Higgins JPT, Altman DG, Sterne JAC. Assessing risk of bias in included studies. In: Higgins JPT, Green S, eds. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1.0*. Available
18. Dimitrijevic A, John MS, Van Roon P, Picton TW. Human auditory steady-state responses to tones independently modulated in both frequency and amplitude. *Ear Hear*. 2001; 22:100–111.
19. Dimitrijevic A, John MS, Picton TW. Auditory steady-state responses

and word recognition scores in normal-hearing and hearing-impaired adults. *Ear Hear.* 2004; 25(1): 68–84.

20. Poelmans H, Luts H, Vandermosten M, Boets B, Ghesquiere P, Wouters J. Auditory Steady State Cortical Responses Indicate Deviant Phonemic-Rate Processing in Adults With Dyslexia. *Ear Hear.* 2012; 33:134–143.

21. Goswami U. A temporal sampling framework for developmental dyslexia. *Trends in Cognitive.* 2011;15(1):3–10. doi: 10.1016/j.tics.2010.10.001

22. Gilley Pm, Sharma M, Purdy Sc. Oscillatory decoupling differentiates auditory encoding deficits in children with listening problems. *Clin. Neurophysiol.* 2015; 127:1618–1628. doi:10.1016/j.clinph.2015.11.003

23. Peelle Je, Gross J, Davis Mh. Phase-locked responses to speech in human auditory cortex are enhanced during comprehension. *Cerebral Corte.* 2013; (6):378–87.

24. DING N, SIMON JZ. Cortical entrainment to continuous speech: functional roles and interpretations. *Frontiers in Human Neuroscience.* 2014;8 :311.

25. Doelling Kb, Arnal Lh, Ghitza O, Poeppel D. Acoustic landmarks drive delta-theta oscillations to enable speech comprehension by facilitating perceptual parsing. *NeuroImage.* 2014; 85(550):761–768.

26. Luo H, Poeppel D. Phase patterns of neuronal responses reliably discriminate speech in human auditory cortex. *Neuron.* 2007; 54:1001–1010. doi: 10.1016/j.neuron.2007.06.004

27. Morillon B, Liégeois-Chauvel C, Arnal LH, Bénar CG, Giraud AL. Asymmetric Function of Theta and Gamma Activity in Syllable Processing: An Intra-Cortical Study. *Frontiers in Psychology.* 2012; 3:1–9.

28. Shamir M, Ghitza O, Epstein S, Kopell N. Representation of time-varying stimuli by network exhibiting oscillations on a faster time scale. *PLoS Computational Biology*. 2009; 5(5):648 e1000370.
29. De Vos A, Vanvooren S, Vanderauwera J, Ghesquière P, Wouters J. Atypical neural synchronization to speech envelope modulations in dyslexia. *Brain & Language*. 2017; 164 :106–117.
30. Mcanally KI, Hansen PC, Cornelissen PL, Stein JF. Effect of time and frequency manipulation on syllable perception in developmental dyslexics. *J Speech Lang Hear Res*. 1997; 40:912–924.
31. Menell P, Mcanally KI, Stein JF. Psychophysical sensitivity and physiological response to amplitude modulation in adult dyslexic listeners. *J Speech Lang Hear Res*. 199; 42:797–803.
32. Witton C, Stein JF, Stoodley CJ, Rosner BS, Talcott JB. Separate influences of acoustic AM and FM sensitivity on the phonological decoding skills of impaired and normal readers. *J Cogn Neurosci*. 2002; 14:866–874.
33. Sohoglu E, Peelle JE, Carlyon RP, Davis MH. Predictive top- down integration of prior knowledge during speech perception. *J Neurosci*. 2012; 32: 8443–8453. doi:10.1523/JNEUROSCI.5069-11.2012
34. Poeppel D. The analysis of speech in different temporal integration windows: cerebral lateralization as asymmetric sampling in time. *Speech Commun*. 2003;41: 245–255. doi: 10.1016/S0167-6393(02)00107-3
35. Ziegler JC, Goswami U. Reading acquisition, developmental dyslexia, and skilled reading across languages: A psycholinguistic grain size theory. *Psychol Bull*. 2005;131: 3–29.

5 TESTES PRELIMINARES COM SERES HUMANOS

Após os estudos preliminares que resultaram na busca de referencial teórico, definiu-se um novo roteiro metodológico com o objetivo de desenvolver um estímulo verbal capaz de evocar potenciais auditivos de estado estável. Para isto, foi realizada a produção dos estímulos e em seguida, alguns testes preliminares com seres humanos foram realizados, seguindo critérios pré-estabelecidos, com objetivo de aprofundar os mecanismos envolvidos na produção e viabilidade de estímulos verbais mais fidedignos e precisos, que possam avaliar um cenário mais próximo da realidade acústica do ouvinte.

Neste capítulo será detalhado o processo de produção dos estímulos, bem como os testes realizados com seres humanos.

Produção dos estímulos sonoros verbais

Para a produção dos estímulos, foram estabelecidos os seguintes critérios: som verbal que representasse uma vogal sustentada e um som não verbal padrão. Dessa maneira, foram produzidos os seguintes estímulos: vogal “a” e tom puro de 500Hz.

As produções verbais foram gravadas no Laboratório de didático do som e da voz da UNESP, com a taxa de digitalização de 44,1 kHz e 24 bits e filtradas por filtro passa-banda de acordo com a curva de resposta de frequência do fone do equipamento, modelo ER-3A, que foi usado para a medição eletrofisiológica com a apresentação desses estímulos. As gravações foram realizadas em cabine acústica Vibrasom, com um gravador digital da marca *Marantz*, modelo PDM 671 e com um microfone da marca *Shure*, modelo S58. Todos os estímulos foram gravados a uma distância de 15cm, com até 30dB. As palavras foram emitidas por um falante, do sexo feminino, cuja frequência fundamental era de aproximadamente 185 Hz, sendo retiradas de forma aleatória de uma das sentenças do *Hearing in Noise Test* (HINT), nas quais foram selecionadas e isoladas a vogal sustentada /a/.

Posteriormente, as gravações foram processadas pelo aplicativo *Adobe Audition 2.0* no qual o arquivo foi modulado em amplitude, com 100% da potência

a uma frequência moduladora de 40 Hz. Sendo assim produzido o estímulo de vogal sustentada.

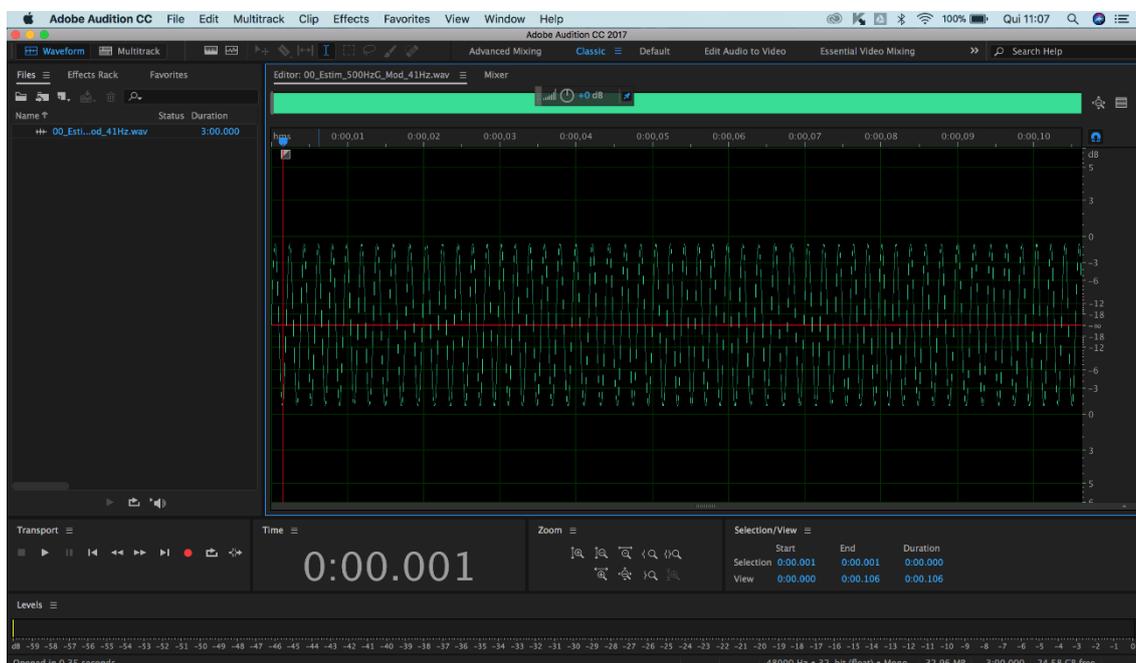


Figura 1 - Espectro acústico, no domínio do tempo, do estímulo de 500Hz (estímulo padrão).

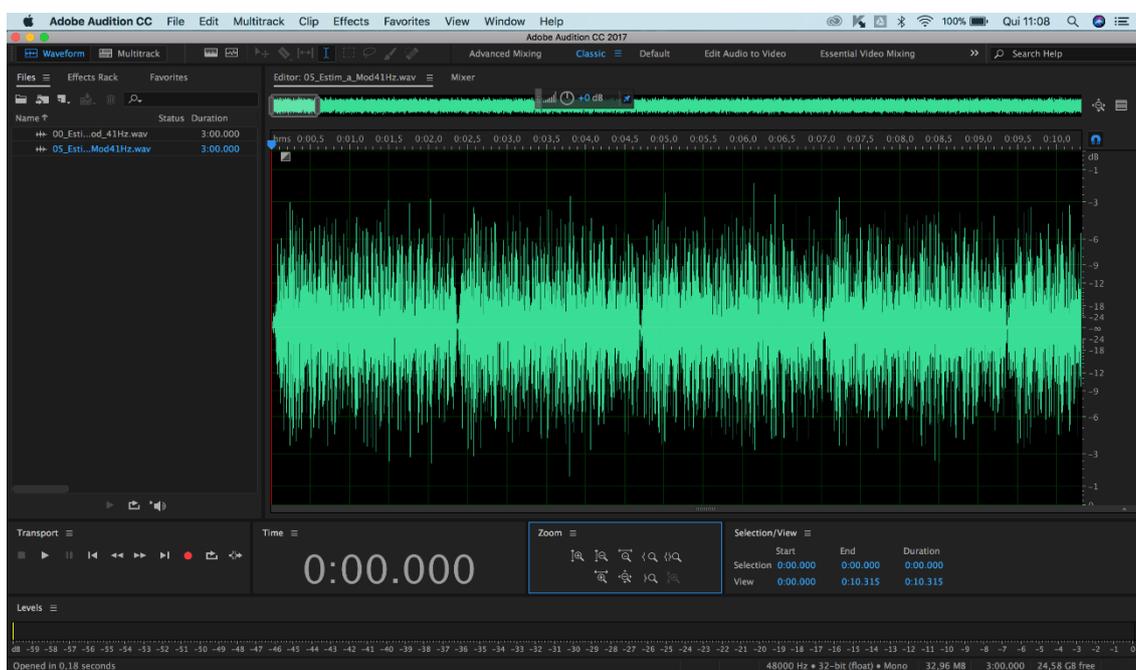


Figura 2 - Espectro acústico, no domínio do tempo, do estímulo /a/.

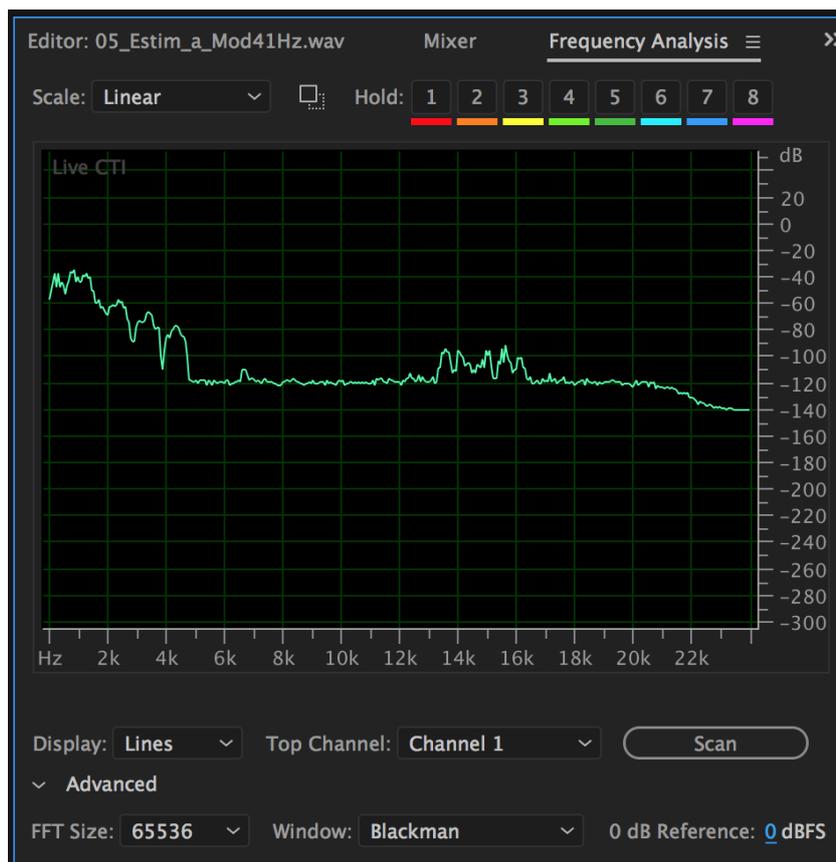


Figura 3 - Espectro acústico, no domínio das frequências, do estímulo /a/.

Verificação dos Potenciais Evocados Auditivos de Estado Estável com estímulos de fala desenvolvidos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas – UNCISAL, com CAE nº. 51061415.9.0000.5011 (Anexo C).

Os testes foram realizados no Laboratório de Audição e Tecnologia (LATEC), utilizando os seguintes critérios de inclusão: idade entre 18 e 35 anos e limiares auditivos iguais ou inferiores a 20 dB NA com diferenças entre as orelhas, por frequência, iguais ou inferiores a 10 dB.

Antes do início dos procedimentos, foram abordados os aspectos éticos, através da leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B)

e após o aceite, foram preenchidos: um protocolo de coleta contendo os dados de identificação e histórico auditivo (Apêndice C).

Os exames dos PEAAE foram realizados com o sistema de aquisição e análise MASTER® (*Multiple Auditory Steady-State Response*) desenvolvido no Laboratório do Dr. Terry Picton, Rotman Research Institute, Baycrest Centre, North York, Canadá, com o equipamento *Natus*, da *Biologic* (equipamento disponível no mercado). Para preparação da região dos eletrodos foi utilizado álcool a 70% e esfoliação com pasta abrasiva (Nuprep®). Em seguida, foi realizada a colocação dos eletrodos tipo disco de superfície, nas derivações Fpz (eletrodo terra), Fz (eletrodo ativo) e mastóideas direita e esquerda (eletrodos referência). As avaliações foram conduzidas apenas quando a impedância entre os eletrodos conectados à pele apresentava-se inferior a 5kΩ.

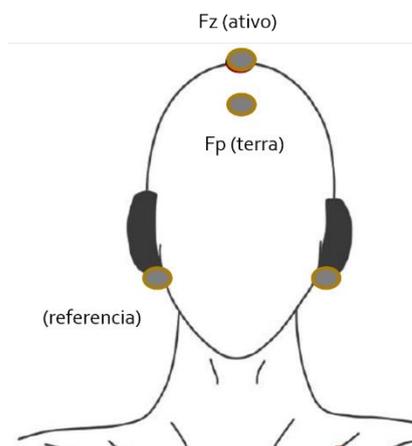


Figura 4 - Colocação dos eletrodos para realização dos PEAAE.

Os voluntários foram acomodados em uma cadeira reclinável, em decúbito dorsal, de maneira confortável, com o objetivo de permitir um adequado relaxamento muscular. Durante o exame permaneceram com os olhos fechados, porém atentos aos estímulos fornecidos. Não foi feito nenhum tipo de sedação.

Para os testes preliminares, foram utilizados os dois estímulos produzidos. Para o não verbal, foi utilizado tom puro, em 500Hz, modulado em 40Hz, a uma intensidade de 80 dBNPSspe, de forma contínua, monoaural e apresentados por meios de fones de inserção. Já para o verbal, utilizou a vogal /a/, em 500Hz, modulada em 40Hz, a uma intensidade de 80 dBNPSspe, de forma contínua, monoaural e por meio de fones de inserção.

Foram promediadas até 18 varreduras para obtenção do valor de $p < 0,05$. Quando atingido o nível de significância esperado, o mesmo foi confirmado em pelo menos dois estímulos subsequentes. A rejeição automática de artefatos foi definida em 40 nV e a coleta foi interrompida na presença de alta taxa de estímulos rejeitados.

A atividade elétrica registrada foi composta da atividade do EEG (ruído), além da atividade evocada pelo estímulo auditivo (sinal). Todas essas informações foram armazenadas, pelo sistema, em segmentos de 1 segundo de duração. Cada 16 segmentos consecutivos foram combinados formando uma única varredura que foi convertida, do domínio do tempo para o domínio das frequências, pela TRF e posteriormente, apresentados na tela do computador. A resposta auditiva foi detectada na mesma frequência de modulação correspondente a frequência portadora utilizada. A cada varredura coletada, a análise da resposta foi realizada pela aplicação do F-teste, que determinou o nível de significância da relação sinal/ruído.

Foi considerada presença de resposta a identificação estatística do pico espectral, na frequência de modulação do estímulo portador. Sendo a amplitude estatisticamente superior ao ruído de fundo, no gráfico do TRF. A significância foi calculada utilizando-se os testes estatísticos T^2 e F, realizados pelo próprio sistema MASTER.

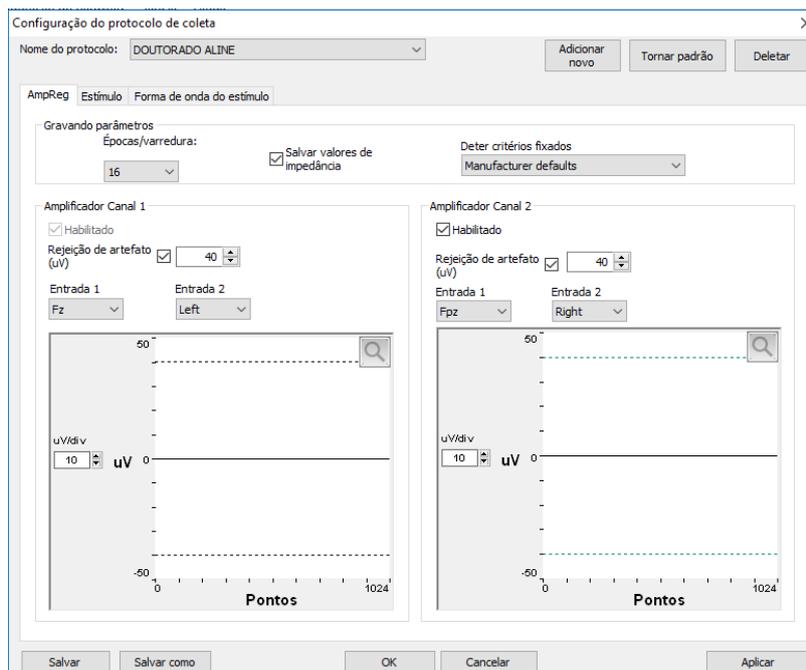


Figura 5 - Janela de registro do sistema de aquisição e análise MASTER®.

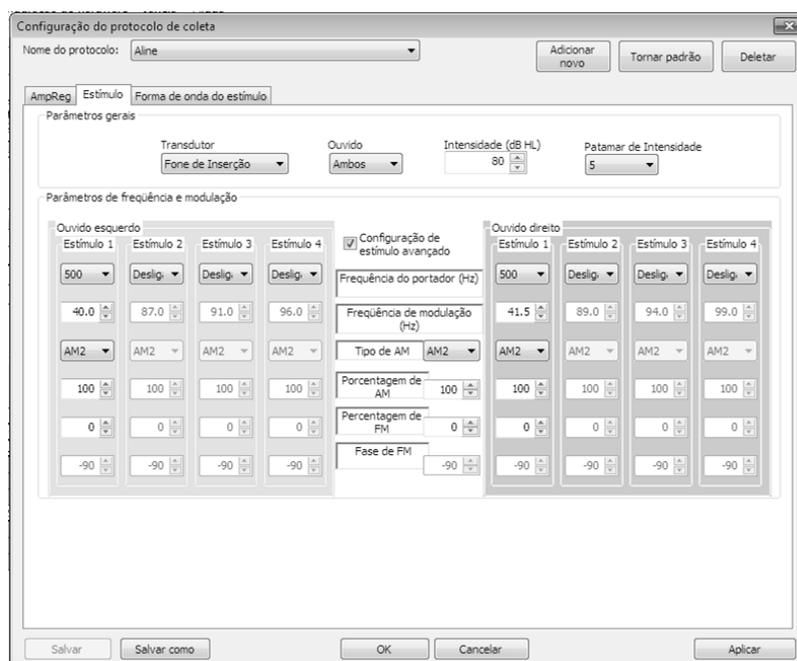


Figura 6 - Janela de configuração do estímulo do sistema de aquisição e análise MASTER®.

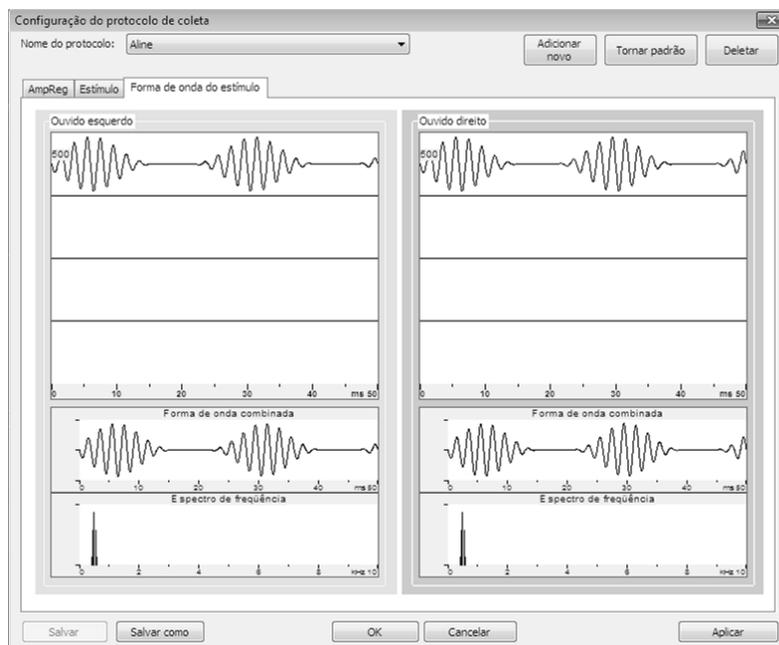


Figura 7- Janela de modulação do sistema de aquisição e análise MASTER®.

Antes do início da coleta de dados, verificou-se e foi comprovada a calibração adequada de todos os equipamentos utilizados, assim como foi utilizado um analisador de nível de pressão sonora *Brüel&Kjær*, modelo *light*

2250 para calibrar a saída do fone de ouvido utilizado na realização do potencial evocado auditivo de estado estável.

Resultados da verificação das Potenciais Evocados Auditivos de Estado Estável com estímulos de fala desenvolvidos

Os estímulos desenvolvidos foram apresentados para cinco ouvintes normais (dez orelhas), com média de idade de 34,1 anos e desvio-padrão de 5,3 anos. As respostas foram analisadas e em seguida, os valores das componentes de frequência, no exame de estado estável, foram computados, para cada um dos estímulos apresentados.

Inicialmente, o estímulo padrão do equipamento disponível no mercado, *Natus* da *Biologic*, foi apresentado simultaneamente nas orelhas esquerda e direita (estimulação binaural), na frequência de 500 Hz, modulados em 40 Hz, com profundidade de modulação de 100%, sendo processados apenas pelo sistema de aquisição e análise MASTER®. Como pode ser observado na Figura 8.

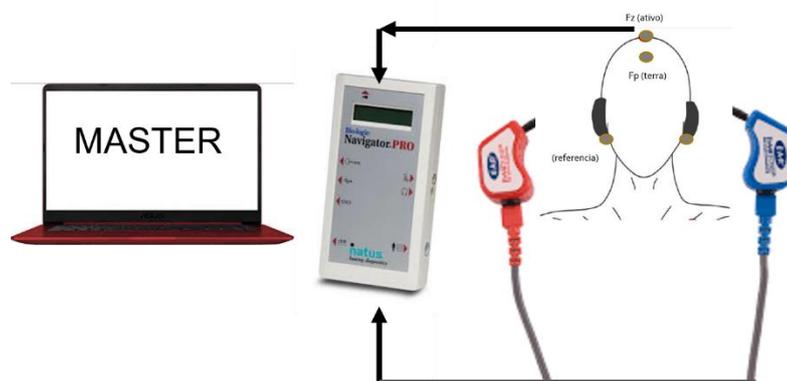


Figura 8 - Forma de registro dos Potenciais Evocados Auditivos de Estado Estável com o equipamento disponível no mercado.

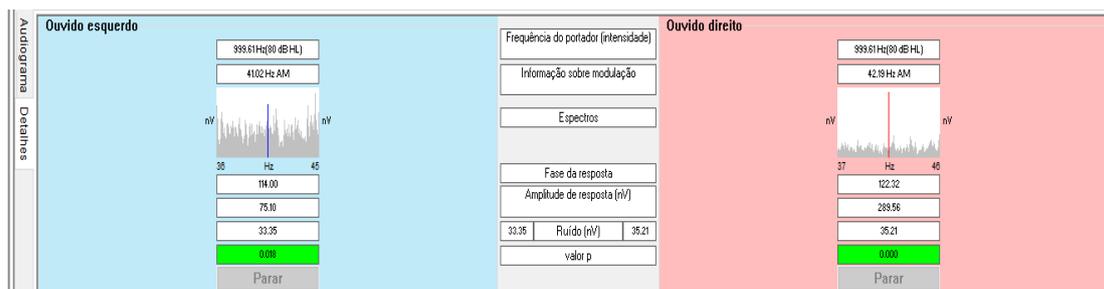


Figura 9 - Exame registrado com as especificações relatadas acima.

Em seguida, foram realizados os testes com os estímulos produzidos.

Como os equipamentos disponíveis no mercado não permitem a inserção de estímulos em seu *software*, foi realizada uma adaptação na qual os estímulos produzidos pela presente pesquisa foram apresentados pelo *Adobe Audition* por meio de fones de inserção (ER-3A) e as respostas foram processadas e analisadas pelo sistema MASTER®, disponível no equipamento *Natus*, da *Biologic*. Com essa adaptação foi possível testar o estímulo criado para captar os potenciais evocados auditivos de estado estável.

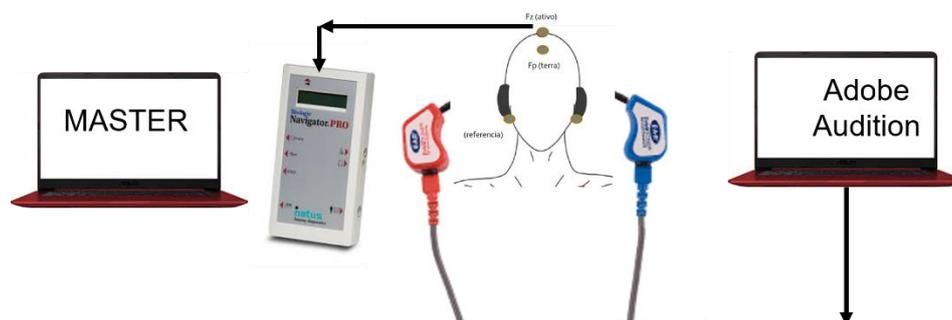


Figura 10 - Forma de registro dos Potenciais Evocados Auditivos de Estado Estável com as adaptações realizadas.

1º Teste: Estímulo não verbal (tom puro)

O estímulo não verbal foi apresentado separadamente em cada orelha (estimulação monoaural), na frequência de 500 Hz, modulados em 40 Hz, com profundidade de modulação de 100%. Sendo apresentados pelo *Adobe Audition* e processados pelo sistema de aquisição e análise MASTER®.



Figura 11 - Exame registrado com as especificações relacionadas acima.

2º Teste: Estímulo verbal (vogal sustentada)

O estímulo verbal foi apresentado separadamente em cada orelha (estimulação monoaural), na frequência de 500 Hz, modulados em 40 Hz, com profundidade de modulação de 100%. Sendo apresentados pelo *Adobe Audition* e processados pelo sistema de aquisição e análise MASTER®.



Figura 12 - Exame registrado com as especificações relacionadas acima.

Considerações finais

Os arranjos estabelecidos permitiram a aquisição dos dados e a simulação dos potenciais evocados auditivos de estado estável com estímulos verbais.

A simulação foi um passo importante na implementação dos componentes do dispositivo em questão, pois apresentou fortes indícios de que o sistema é capaz de produzir e analisar os PEAAE com estímulos verbais, porém os equipamentos disponíveis no mercado apresentam algumas limitações, como: não permite a inserção de novos estímulos; as frequências moduladoras possuem faixa de frequência entre 38 e 125 Hz, o que impossibilita o registro de estímulos referentes as taxas de sílabas e fonemas.

6 PATENTE

Após a elaboração dos artigos originais, da produção dos estímulos verbais e da realização dos testes preliminares já descritos, a falta de um dispositivo que pudesse facilitar a utilização dos estímulos verbais impulsionou os autores a desenvolverem uma patente.

Sendo assim, este capítulo detalha o desenvolvimento de uma patente caracterizada por um dispositivo acessório para uso clínico com o intuito de inserir novos estímulos aos equipamentos de potenciais e permitir um diagnóstico diferencial entre alterações de linguagem e auditivas. Desta forma, tais apontamentos culminaram com o depósito de uma patente em 16 de janeiro de 2017. Posteriormente, houve a transferência de titularidade para a UFAL em 12 de janeiro de 2018 - Número do Processo: BR 10 2017 000839 8 (Anexo D).

Dispositivo para aquisição de estímulos de fala em potenciais evocados auditivos de estado estável

1/2

**DISPOSITIVO PARA AQUISIÇÃO DE ESTÍMULOS DE FALA EM
POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS DE ESTADO ESTÁVEL**

[001] O dispositivo para aquisição de estímulos de fala em potenciais evocados auditivos de estado estável tem por objetivo produzir estímulos verbais com interferência ou não de ruído, que poderá também ser conectado a computadores, equipamentos audiológicos e similares, ao qual foi dada original construção para uso nas clínicas audiológicas, com o intuito tornar o diagnóstico diferencial entre alterações de linguagem e alterações auditivas mais eficiente.

[002] Atualmente, os potenciais evocados auditivos de tronco encefálico são utilizados na avaliação de alterações de linguagem/auditiva, seu uso deve-se ao fato da codificação neural deficiente da informação auditiva comprometer o desenvolvimento adequado das habilidades linguísticas, provavelmente por contribuir para uma percepção errônea de pistas auditivas importantes contidas nos sinais de fala. No entanto, o estímulo acústico mais empregado na obtenção desses potenciais é o clique, pois desencadeia uma resposta sincrônica de grande número de neurônios e apresenta espectro amplo de frequências. Porém, estímulos como o clique e o tom puro, embora sejam largamente utilizados na prática clínica, são estímulos simples e as respostas aos estímulos complexos, como a fala, são bem menos conhecidas.

[003] Tendo em vista tais limitações e no propósito de superá-las foi desenvolvido o processo de aquisição de estímulos verbais, o qual consiste em produzir diferentes estímulos verbais com interferência ou não de ruído para fins de prática clínica.

[004] Esse novo processo de aquisição de estímulos verbais soluciona as limitações citadas, uma vez que considera diferentes variáveis e torna o diagnóstico diferencial entre as alterações de linguagem e as auditivas de forma mais eficiente, permite maior acesso às suas funcionalidades e, desta

2/2

maneira, o usuário terá a opção de investigar o efeito que novas formas de estimulação, bem como outros métodos de processamento, têm sobre o desempenho da técnica.

[005] Além disso, por meio das funcionalidades do objeto da presente patente, o usuário poderá realizar diversos protocolos de avaliação e com diferentes estímulos verbais.

[006] Dessa forma, a flexibilidade do recebimento dos parâmetros de entrada permite processar um diagnóstico mais preciso e eficiente.

[007] A patente de aquisição de estímulos verbais Fig.1 e 2, consiste de um console (1) que possui um botão liga/desliga (2), uma entrada para fonte de alimentação (3), um amplificador de áudio (4), um gerador de ruído (5), uma comunicação do tipo USB, e uma placa de Bluetooth, para se conectar a tablets, computadores e similares (6), entradas para microfone (7) e auxiliar de som (8). O console estará conectado a um fone auditivo através das saídas de áudio para os ouvidos direito (9) e esquerdo (10). Para a utilização do dispositivo, os ajustes serão feitos através das chaves e botões na tela do dispositivo, Fig. 2: uma chave seletora para ajuste do dispositivo manualmente ou por outro dispositivo utilizado através da comunicação USB (11), os ajustes das frequências auditivas poderão ser feitos manualmente para o lado direito (12) e esquerdo (13) individualmente. O tipo de estímulo e a interferência de ruído poderão ser selecionados através dos botões (14) e (15), respectivamente. A seleção das frequências avaliadas (frequência portadora) e moduladas (frequência moduladora) será realizada através do botão (16). As seleções do tipo e da intensidade do ruído para os lados direito e esquerdo serão feitas através dos botões (17), (18) e (19), respectivamente. Será possível determinar a intensidade geral de áudio através do botão (20).

1/1

REIVINDICAÇÕES

“O DISPOSITIVO PARA AQUISIÇÃO DE ESTÍMULOS DE FALA EM POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS DE ESTADO ESTÁVEL” é caracterizado por:

1- Produzir estímulos verbais com interferência ou não de ruído a partir da entrada de tipos de estímulos verbais, de frequências portadoras e moduladoras, características espectrais do ruído e intensidade do ruído, a fim tornar diagnóstico diferencial entre alterações de linguagem e auditivas mais preciso e eficiente. 2- O acessório proposto consiste em console (1) que possui um botão seletor liga/desliga (2), uma entrada para fonte de alimentação (3), um amplificador de áudio (4), um gerador de ruído (5), uma comunicação do tipo USB/Bluetooth (6), entradas para microfone (7) e auxiliar de som (8), saídas de áudio para os ouvidos direito (9) e esquerdo (10), chave seletora para ajuste do dispositivo manualmente ou por outro dispositivo utilizado através da comunicação USB (11), chaves seletoras para ajustes das frequências auditivas para os lados direito (12) e esquerdo (13), botões de seleção de tipo de estímulo verbal (14) e botões de seleção de interferência do ruído (15), botões de seleção de frequências portadoras e moduladoras (16), botões de seleção do tipo de ruído (17), botões de graduação da intensidade do ruído para os lados direito (18) e esquerdo (19) e botão se controle da intensidade geral de áudio (20).

1/1

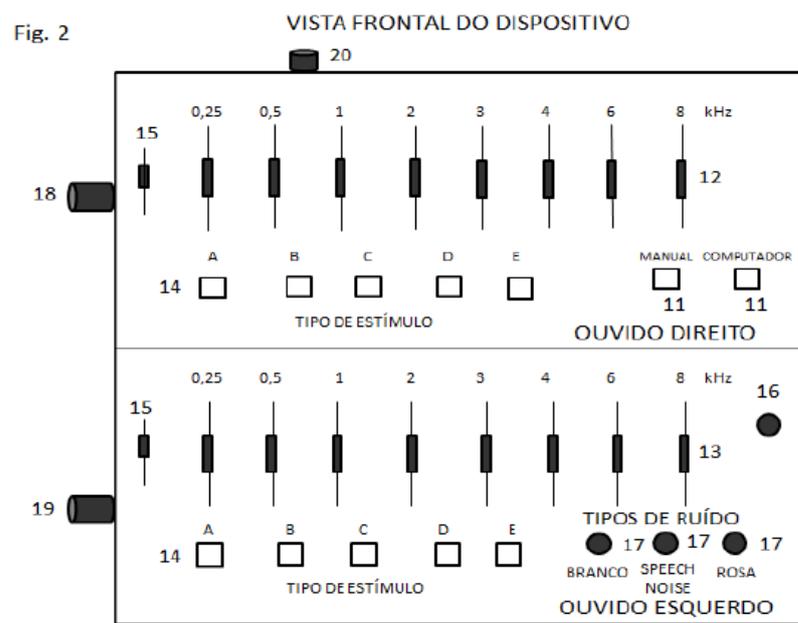
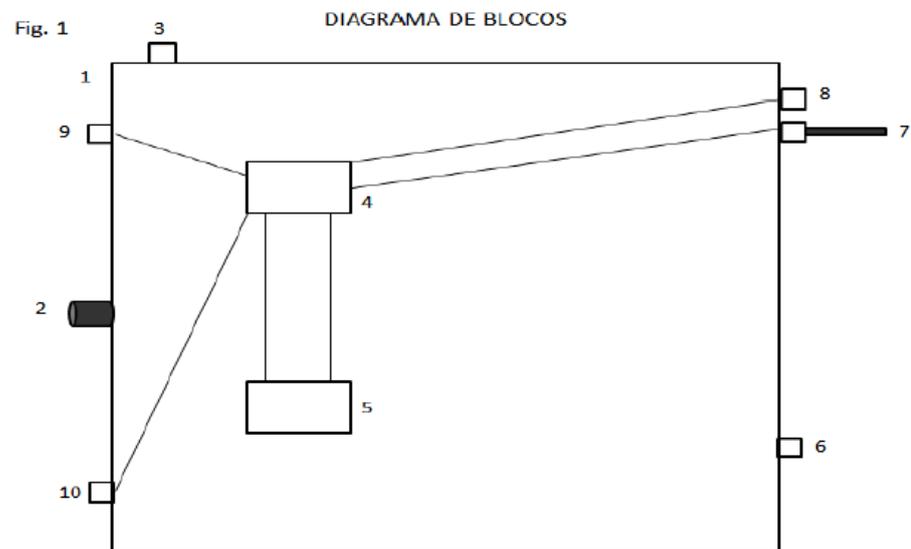
RESUMO**DISPOSITIVO PARA AQUISIÇÃO DE ESTÍMULOS DE FALA EM POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS DE ESTADO ESTÁVEL**

O dispositivo para aquisição de estímulos de fala em potenciais evocados auditivos de estado estável refere-se a um dispositivo para produzir estímulos verbais com interferência ou não de ruído a partir da entrada de tipos de estímulos verbais, de frequências portadoras e moduladoras, características espectrais do ruído e intensidade do ruído. O principal objetivo é tornar diagnóstico diferencial entre alterações de linguagem e auditivas mais preciso e eficiente na prática clínica. O processo é composto de um console, uma fonte de alimentação, um amplificador de áudio, um gerador de ruído e saídas de som.

As configurações serão selecionadas por meio de chaves seletoras, as quais poderão ser selecionadas manualmente, permitindo o envio de informações para o console e posteriormente, enviadas para o fone de ouvido, o qual enviará a mensagem verbal para cada tipo frequência portadora e moduladora.

A mecânica descrita anteriormente permitirá que, por meio da escolha do usuário, sejam configurados e avaliados diferentes estímulos verbais, permitindo um diagnóstico diferencial entre alterações de linguagem.

1/1



7 PROTÓTIPO

Considerando que o estímulo verbal testado foi capaz de evocar resposta no potencial evocado auditivo de estado estável e que o equipamento disponível no mercado não aceita a inserção de novos estímulos, foi percebido a necessidade de se desenvolver um dispositivo capaz de produzir estímulos verbais com interferência ou não de ruído, e, ao mesmo tempo, captar as respostas do potencial evocado auditivo de estado estável.

Sendo assim, foi contratada uma empresa para transformação da patente em produto. Atualmente o produto está em fase de finalização, a equipe de *software* está trabalhando na separação das ondas e na sua representação gráfica e a equipe de *hardware*, no controle de ajustes internos do protótipo. Na figura 1, 2 e 3 pode ser observada a placa do circuito do dispositivo, composta por uma alimentação USB, entradas e saídas de áudio, amplificadores e filtros.



Figura 1 - Placa do circuito do dispositivo.



Figura 2 - Placa do circuito do dispositivo.



Figura 3 - Placa do circuito do dispositivo.

Na interface do dispositivo, o usuário terá acesso às informações do estímulo de entrada, poderá configurar o estímulo de saída, as frequências portadoras e moduladoras, bem como a intensidade. Na figura 4, a seguir, pode-se visualizar a tela principal da interface do dispositivo.



Figura 4 - Interface do dispositivo.

Uma vez executado, o aplicativo exibirá o sinal, gerado pelo equipamento que avalia os potenciais evocados auditivos de estado estável. Posteriormente, deverá ser escolhida *select stimulus* para a inserção e execução de qualquer arquivo de áudio construído previamente. Nos gráficos poderão ser visualizadas

as combinações dos componentes de frequências moduladores e portadoras escolhidas.

Considerações finais

O presente trabalho desenvolveu um dispositivo para ser utilizado em pesquisas e na prática clínica da audiologia que permitirá realização de novos testes de diagnóstico auditivo. Além disso, demonstrou a possibilidade de obtenção de respostas eletrofisiológicas de estado estável com diferentes estímulos verbais, o que representa uma inédita contribuição para a área.

Entretanto, novos estudos devem ser conduzidos, observando-se diferentes intensidades e alterações acústicas no estímulo, antes que o instrumento seja usado para fins diagnóstico de alterações. Assim, o dispositivo em questão irá possibilitar a inserção de estímulos mais complexos na realização do exame, além de permitir o entendimento acerca dos processos fisiológicos envolvidos na compreensão da fala, aumentando a precisão no diagnóstico auditivo/linguagem.

8 CONCLUSÃO

Sabendo-se que a integridade do sistema auditivo influencia no desenvolvimento normal da linguagem e da fala, o conhecimento detalhado desses processos fornece dados relevantes para a compreensão de transtornos relacionados as áreas auditivas e de linguagem, sendo de grande importância para o diagnóstico audiológico. O primeiro artigo submetido caracteriza-se como uma referência inovadora, uma vez que apresentou uma série de possibilidades referentes ao conteúdo, além de provocar inquietação e incentivar outros pesquisadores a aprofundar a temática. O segundo, por sua vez, esclareceu mecanismos até então pouco estudados e permitiram um olhar abrangente sobre o tema trabalhado, principalmente no que diz respeito às novas técnicas de captação dos PEAAE e o uso dos estímulos verbais.

Além disso, o dispositivo desenvolvido e apresentado em formato de patente poderá começar a ser testado inicialmente em pesquisas, para que no futuro seja aplicado na prática clínica, além de permitir o entendimento acerca dos processos fisiológicos envolvidos na compreensão da fala, aumentando a precisão no diagnóstico auditivo/linguagem.

9 EPÍLOGO

Esta tese apresentou um panorama do trabalho de pesquisa da doutoranda no período de 2014 a 2018 como um dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Biotecnologia. A ideia de buscar soluções para a realização de exames de potenciais evocados auditivos mais fidedignos e precisos resultou na produção de um capítulo de livro, dois artigos originais submetidos e em uma patente submetida junto ao Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) da UFAL.

Como perspectivas futuras, sugere-se a continuidade dos estudos com a utilização do novo dispositivo, pois irá possibilitar a inserção de estímulos mais complexos na realização do exame, além de permitir um melhor entendimento dos processos fisiológicos envolvidos na compreensão da fala, aumentando a precisão no diagnóstico, o que caracteriza um grande avanço para a área audiológica.

O estudo de diferentes grupos, como por exemplo, de indivíduos com alterações de linguagem (desvio fonológico, distúrbios específicos de linguagem, dislexia), assim como a definição de novos estímulos verbais (fala encadeada) devem resultar em 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 de fala até a sua compreensão, possibilitará o desenvolvimento de novos testes diagnósticos com maior precisão para a população 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.

Aline Tenório Lins Carnáuba
Doutoranda em Biotecnologia em Saúde – RENORBIO/UFAL

REFERÊNCIAS

ABRAMS DA, NICOL T, ZECKER SG, KRAUS N. Auditory brainstem timing predicts cerebral asymmetry for speech. **J neurosci**. 2006; 26(43): 11131-11137.

ABRAMS D, KRAUS N. Auditory pathway representation of speech sound in humans. In: KATZ J, HOOD L, BURKARD R, MEDWETSKY L (ed). Handbook of Clinical Audiology. Baltimore: Lippincott. Williams & Wilkins; 2009. p. 611-626.

BANAI K, NICOL T, ZECKER SG, KRAUS N. Brainstem Timing: Implications for Cortical Processing and Literacy. **J neurosci**. 2005; 25(43):9850-9857.

BANAI K, KRAUS N. The dynamic brainstem: implications for APD. In: MCFARLAND D, CACACE A (eds). Current controversies in Central Auditory Processing Disorder. Plural Publishing Inc: San Diego, CA. 2008. p. 269-289.

BENASICH AA, TALLAL P. Infant discrimination of rapid auditory cues predicts later language impairment. **Behav Brain Res**. 2002; 136(1):31-49.

BREGMAN A. Auditory Scene Analysis: The Perceptual Organization of Sound. MIT Press; 1990. CAPLAN D. Neurolinguistics and linguistic aphasiology: an introduction. Cambridge University Press; Cambridge: 1987.

CAMPOS PD, MONDELLI MFCG, FERRARI DV. Comparison: real and simulated ear insertion gain. **Braz J Otorhinolaryngol**. 2011; 77(5): 555-558.

CHANDRASEKARAN B, SKOE E, KRAUS N. An interactive model of subcortical auditory plasticity. **Brain Topogr**. 2013; 27(4):539-552.

CHAIT M, GREENBERG S, ARAI T, SIMON JZ, POEPEL D. Multi-time resolution analysis of speech: Evidence from psychophysics. **Frontiers in Neuroscience**. 2015; 9:214.

DE VOS A, VANVOOREN S, VANDERAUWERA J, GHESQUIÈRE P, WOUTERS J. Atypical neural synchronization to speech envelope modulations in dyslexia. **Brain & Language**. 2017; 164 :106–117.

DUARTE JL, ALVARENGA KF, GARCIA TM, COSTA OA, LINS OGA. A resposta auditiva de estado estável na avaliação auditiva: aplicação clínica. **Pró-Fono R Atual Cient**. 2008; 20(2):105-110.

DURRANT JD, FERRARO JA. Potenciais auditivos evocados de curta latência: eletrococleografia e audiometria de tronco encefálico. In: MUSIEK FE, RINTELMANN WF. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva*. Barueri: Manole, 2001. cap. 7, p. 193-238.

DURANTE AS, WIESELBERG MB, CARVALHO S, COSTA N, PUCCI B, GUDAYOL N. Potencial Evocado Auditivo Cortical: avaliação da detecção de fala em adultos usuários de prótese auditiva. **CoDAS** 2014;26(5):367-373

EDWARDS E, CHANG EF. Syllabic (2–5 Hz) and fluctuation (1–10 Hz) ranges in speech and auditory processing. **Hearing Research**. 2013; 305: 113–134.

GIRAUD AL, POEPEL D. Cortical oscillations and speech processing: Emerging computational principles and operations. **Nature Neuroscience**. 2010; 15(4):511–517.

HALL JW. *Handbook for Auditory Evoked Responses*. Boston: Pearson Education. 2002.

HALL JW. *New Handbook for Auditory Evoked Responses*. Boston: Pearson Education. 2006. 736p

HAYES EA, WARRIER CM, NICOL TG, ZECKER SG, KRAUS N. Neural plasticity following training in children with learning problems. **Clin neurophysiol**. 2003; 114:673-684.

INSTRUTIVO SAÚDE AUDITIVA (ISA). Diretrizes para tratamento e reabilitação/habilitação de pessoas com deficiência auditiva. Ref. Portaria GM 79 de 24 de abril de 2012 e Portaria GM 835 de 25 de abril de 2012

JOSÉ MR, CAMPOS PD, MONDELLI MFCG. Perda auditiva unilateral: benefício e satisfação com o uso do AASI. **Braz J Otorhinolaryngol.** 2011;77(2):221-8.

JOHNSON KL, NICOL TG, ZECKER SG, KRAUS, N. Auditory brainstem correlates of perceptual timing deficits. **J cogn neurosci.** 2007; 19(3):376-385.

KING C, WARRIER CM, HAYES E, KRAUS N. Deficits in auditory brainstem encoding of speech sounds in children with learning problems. **Neurosci Lett.**, 2002; 319:111-115.

KOCH DB, MCGEE TJ, BRADLOW AR, KRAUS N. Acoustic Phonetic Approach toward understating neural processes and speech perception. **J Am Acad Audiol.** 1999; 10: 304-138.

KRAUS N, CHEOUR M. Speech sound representation in the brain. **Audiol Neurootol.** 2000;5(3-4):140-150.

KRAUS N, NICOL T. Aggregate neural responses to speech sounds in the central auditory system. **Speech Communication.** 2003; 41:35-47.

KRAUS N, NICOL T. Brainstem origins for cortical 'what' and 'where' pathways in the auditory system. **Trends Neurosci.** 2005; 28(4):176-181.

KRISHNAN A. Human frequency-following responses: representation of steady-state synthetic vowels. **Hear Res.** 2002; 166(1-2):192-201.

LEONG V, GOSWAMI U. Assessment of rhythmic entrainment at multiple timescales in dyslexia: Evidence for disruption to syllable timing. **Hear Res.** 2014; 308: 141–161.

LINS OG. Audiometria fisiológica tonal utilizando respostas de estado estável auditivas do tronco cerebral. 71f. [Tese de Doutorado]. São Paulo: Escola Paulista de Medicina -Universidade Federal de São Paulo; 2002.

MATAS CG, LEITE RA, GONÇALVES IC, NEVES IF. Potencial evocado auditivo de tronco encefálico em indivíduos com perdas auditivas condutivas e neurossensoriais. **Arq Int Otorrinolaringol**. 2005; 9(4):280-286.

MATAS CG, MAGLIARO FCL. Introdução aos Potenciais Evocados Auditivos e Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico. In: BEVILACQUA MC, MARTINEZ MAN, BALEN SA, PUPO AC, REIS ACMB, Frota S. Tratado de udiologia. São Paulo: Livraria Santos Editora Ltda; 2011. P. 181-195.

MENEZES PL. Desenvolvimento de um dispositivo capaz de registrar e analisar potenciais evocados auditivos nos domínios do tempo e das frequências. 99f. [Tese de Doutorado]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2008.

MOUSHEGIAN G, RUPERT A, STILLMAN R. Scalp-recorded early response in man to frequencies in the speech range. **Electroencephalogr Clin Neurophysiol**. 1973; 35:665-667.

MUNIZ CN. Processamento de sinais acústicos de diferentes complexidades em crianças com alteração de percepção da audição ou de linguagem. [Dissertação]. São Paulo. 2011.

NICOL T, KRAUS N. Speech-sound encoding: physiological manifestations and behavioral ramifications. **Suppl Clin Neurophysiol**. 2004;57:628-634.

PEELLE JE, DAVIS MH. Neural oscillations carry speech rhythm through to comprehension. **Frontiers in Psychology**. 2012 3(320)

PEELLE JE, GROSS J, DAVIS MH. Phase-locked responses to speech in human auditory cortex are enhanced during comprehension. **Cerebral Corte**. 2013; 23(6):1378–1387.

PICTON TW, HILLYARD SA, KRAUSZ HI, GALAMBOS R. Human auditory evoked potentials. I. Evaluation of components. **Electroencephalogr Clin Neurophysiol.** 1974;36(2):179-190.

POELMANS H, LUTS H, VANDERMOSTEN M, BOETS B, GHESQUIÈRE P, WOUTERS J. Auditory Steady State Cortical Responses Indicate Deviant Phonemic-Rate Processing in Adults With Dyslexia. **Ear Hear.** 2012;33;134–143.

RAMOS EG, ZAEYEN E JB, SIMPSON DM, INFANTOSI AFC. Detecção no domínio da frequência da resposta auditiva no EEG de crianças. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica.** 2000; 16(3):127-37.

REGAN MP, REGAN D. Nonlinear terms produced by passing amplitude-modulated sinusoids through a hair cell transduction function. **Biol Cybern.** 1993; 69: 439-446.

ROCHA MF, de AZEVEDO DF, RUSSOMANO T, FIGUEIRA MV, HELEGDA S. Mobile remote monitoring of biological signals. **Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.** 2006; 1:2057-2059.

ROSEN S. Temporal information in speech: acoustic, auditory and linguistic aspect. **Phil Trans R Soc Lond B.** 1992; 333:367-373.
DOI: 10.1098/rstb.1992.0070.

RUSSO N, NICOL T, MUSACCHIA G, KRAUS N. Brainstem Responses to Speech Syllable. **Clin neurophysiol.** 2004; 115:2021-2030.

SCHALK G, RITACCIO AL, de PESTERS A, TAPLIN A, inventores. Rapid mapping of language function and motor function without subject participation. US, WO2016179094, PCT/US2016/030418. 10 de novembro de 2016. Disponível em:
<https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf;jsessionid=16430C8E9E9F7974A6DFB248622C582D.wapp2nA?docId=WO2016179094> 12

SILVA APR. A seleção do AASI no deficiente auditivo idoso, comparando o desempenho entre a programação padrão e a programação individualizada. [Dissertação]. São Paulo: Faculdade de Odontologia de Bauru. Universidade de São Paulo; 2014.

SHINN JB, MUSIEK FE. The auditory steady state response in individuals with neurological insult of the central auditory nervous system. **J Am Acad Audiol.** 2007; 18:826-845.

SONG JH, BANAI K, RUSSO NM, KRAUS N. On the Relationship Between Speech-and Non-speech - Evoked Auditory Brainstem Responses. **Audiol neurootol.** 2006; 11:233-241.

SOREM L, MICHAEL HJ, CLAUS E, inventores. System and method for generating and recording auditory steady-state responses with a speech-like stimulus. US, US20160235328. 14 de fevereiro de 2018. Disponível em: <https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US176139847&redirectedID=true>

WIBLE B, NICOL T, KRAUS N. Atypical brainstem representation of onset and formant structure of speech sounds in children with language-based learning problems. **Biol Psychol.** 2004; 67: 299-317.

WIBLE B, NICOL T, KRAUS N. Correlation between brainstem and cortical auditory processes in normal and language-impaired children. **Brain.** 2005; 128 (2):417-23.

APÊNDICES

Apêndice A - Estratégias de busca

MEDLINE (via PubMed)

Ad Search adults

3 d

Ad Search speech

2 d

Ad Search (auditory steady state response OR Steady-
1 d state auditory evoked response)

SCIENCEDIRECT

(Speech AND (auditory steady state response OR Steady-state auditory evoked response) AND ADULTS

LiLACS

POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE ESTADO ESTÁVEL OR RESPOSTA AUDITIVA DE ESTADO ESTÁVEL AND ADULTOS

SCIELO

POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE ESTADO ESTÁVEL OR RESPOSTA AUDITIVA DE ESTADO ESTÁVEL

SCOPUS

(Speech AND (auditory steady state response OR Steady-state auditory evoked response) AND ADULTS

WEB OF SCIENCE

TS= (Speech AND (auditory steady state response OR Steady-state auditory evoked response) AND ADULTS

OPENGREY.EU

(auditory steady state response OR Steady-state auditory evoked response) AND ADULTS

(auditory steady state response OR Steady-state auditory evoked response) AND SPEECH

DissOnline.de

(auditory steady state response OR Steady-state auditory evoked response) AND ADULTS

(auditory steady state response OR Steady-state auditory evoked response) AND SPEECH

Apêndice B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE ALAGOAS
Rede Nordeste de Biotecnologia- RENORBIO
Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convido o (a) Sr.(a) para participar, como voluntário (a), da pesquisa “Padronização dos potenciais evocados auditivos de estado estável com estímulos de fala”.

Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa você não será penalizado (a) de forma alguma. Em caso de dúvida, quanto aos aspectos éticos, você pode procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UNCISAL no endereço: Rua Jorge de Lima 113, (1º andar), Trapiche da Barra, CEP 57.010.300- Maceió-AL. Fone: (82) 3315-6772.

Será garantido sigilo absoluto sobre voluntário. Os dados coletados serão armazenados, sigilosamente, por 5 anos. Tais informações serão coletadas por meio de questionários e testes auditivos. As informações obtidas a partir deste estudo serão tratadas rigorosamente com confidencialidade sendo guardadas no Laboratório de Audição e Tecnologia da UNCISAL (6º andar), situado à Rua Jorge de Lima 113, Trapiche da Barra, CEP 57.010.300, e em computador para uso exclusivo da pesquisa, sob responsabilidade da pesquisadora principal. Os resultados serão divulgados publicamente apenas em eventos científicos, com o objetivo único de enriquecer a ciência neste assunto, entretanto, sua identidade jamais será revelada.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título do Projeto: Padronização dos potenciais evocados auditivos de estado estável em com estímulos de fala

Pesquisador Responsável: Aline Tenório Lins Carnaúba

Endereço/Telefone/e-mail para contato (inclusive ligações a cobrar): Rua Jorge de Lima 113, (6º andar), Trapiche da Barra, CEP 57.010.300- Maceió-AL. Fone: (82) 96610728/ alinel_tenorio@hotmail.com

Este termo de consentimento pode conter alguns tópicos que você não entenda. Caso haja alguma dúvida pergunte à pessoa que está lhe entrevistando, para que você seja bem esclarecido (a) sobre tudo que está respondendo.

O Sr.(a) esta sendo convidado(a) para participar de uma pesquisa para testar a sua audição, caso deseje entrar no programa. Para isso serão realizados os exames de: audiometria tonal e o exame de Potenciais Evocados Auditivos de Estado Estável e de Tronco Encefálico. O laboratório onde serão realizados os exames está localizado no 6º andar do prédio sede da UNCISAL.

Esta pesquisa visa estudar o Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável como alternativa no diagnóstico de perda auditiva no Ambulatório de Audiologia da Faculdade de Fonoaudiologia da UNCISAL.

Riscos e benefícios para o participante:

A pesquisa poderá causar algum tipo de constrangimento aos participantes ao responder alguma pergunta do questionário. Apesar de não serem descritos riscos à saúde física do participante, durante a pesquisa do limiar audiométrico, realizado dentro da cabine, existe a possibilidade do sujeito apresentar fobia devido à aversão ao confinamento ou a lugares fechados, para minimizar esse risco: iremos interromper o exame e abrir a cabine para ventilar um pouco até o sujeito se sentir melhor. Também existem registros da possibilidade de desconforto ou ardor no momento da limpeza da região para a colocação dos eletrodos. Para diminuir a possibilidade de desconforto ou ardor na colocação dos eletrodos, será utilizada uma pasta especial abrasiva.

Como benefício o participante terá sua audição testada e em caso presença de perda auditiva será devidamente encaminhado para o acompanhamento médico especializado (Serviço de Otorrinolaringologia do Faculdade de Fonoaudiologia) vinculado a UNCISAL. Esta pesquisa servirá para aprofundar o conhecimento sobre a implantação de novas formas de diagnóstico auditivo, beneficiando diretamente os pacientes atendidos pelo Ambulatório de Audiologia da Faculdade de Fonoaudiologia da UNCISAL. Resultando na prevenção e na reabilitação de déficits auditivos precocemente, re-inseridos adultos, e, em última análise, melhorando a qualidade de vida dos mesmos.

A sua participação neste estudo é totalmente voluntária. Asseguro a você, voluntário, que sua autorização na pesquisa pode ser retirada em qualquer momento da mesma, podendo desistir de sua participação em qualquer momento que desejar.

Em caso de haver dúvidas sobre a sua participação retire-as com o pesquisador. Não assine o termo se não concordar em participar, ou se achar que as suas dúvidas não foram esclarecidas completamente.

Pesquisador Responsável: Aline Tenório Lins Carnaúba

Li e entendi as informações colocadas acima e concordo em participar.
Maceió, ____/____/_____.

Assinatura do voluntário

Testemunha

Testemunha

Apêndice C - Questionário de triagem

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE ALAGOAS

Rede Nordeste de Biotecnologia- RENORBIO

Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia

IDENTIFICAÇÃO

Nome: _____ Nº do protocolo:

Data: _____ Idade: _____ Sexo: ____

PASSADO OTOLÓGICO

- Infecções de ouvido (mais de três episódios/ano): S () N()
- Uso de medicação ototóxica:S () N()
- Cirurgias de ouvido: S () N() Tipo: _____
- Presença de zumbido, vertigens, tonturas ou outras alterações cócleo-vestibulares: S () N()

3. HEREDITARIEDADE PARA SURDEZ:S () N()

4. EXPOSIÇÃO A RUÍDO OCUPACIONAL OU DE LAZER:..... S () N()

Em caso afirmativo, tempo mínimo semanal: _____

5. REPOUSO AUDITIVO MÍNIMO DE 14 HORAS:.....S () N()

6. ESTADO DE SAÚDE GERAL

- Doenças: _____
- Medicções: _____
- Alterações hormonais: S () N()

7.INSPEÇÃO DO CONDUTO AUDITIVO EXTERNO.....()

Normal () Alterada

ANEXOS

Anexo A – Comprovante de submissão Revista Cadernos de Prospecção



Aline Tenório <alinel.tenorio@gmail.com>

[CP] Agradecimento pela Submissão

Ricardo Carvalho Rodrigues <cadernosdeprospeccao@gmail.com> 8 de novembro de 2017 11:08
 Para: Aline Tenório Lins Camaúba <alinel.tenorio@gmail.com>

Aline Tenório Lins Camaúba,

Agradecemos a submissão do seu manuscrito "PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DE PROCESSOS E EQUIPAMENTOS PARA DIAGNÓSTICO AUDIOLÓGICO COM ESTÍMULOS DE FALA" para Cadernos de Prospecção. Através da interface de administração do sistema, utilizado para a submissão, será possível acompanhar o progresso do documento dentro do processo editorial, bastando logar no sistema localizado em:

URL do Manuscrito:
<https://portalseer.ufba.br/index.php/nit/author/submission/24670>
 Login: alinetenorio

Em caso de dúvidas, envie suas questões para este email. Agradecemos mais uma vez considerar nossa revista como meio de transmitir ao público seu trabalho.

Ricardo Carvalho Rodrigues
 Cadernos de Prospecção

CADERNOS DE PROSPECÇÃO

CAPA SOBRE PÁGINA DO USUÁRIO PESQUISA ATUAL ANTERIORES NOTÍCIAS REDE NIT-NE INDEXADORES

PROSPECÇÃO

Capa > Usuário > Autor > Submissões > #24670 > Resumo

#24670 SINOPSE

RESUMO AVALIAÇÃO EDIÇÃO

SUBMISSÃO

Autores	Aline Tenório Lins Camaúba, Maria Eduarda Di Cavalcanti Alves de Souza, Pedro de Lemos Meneses	
Título	PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DE PROCESSOS E EQUIPAMENTOS PARA DIAGNÓSTICO AUDIOLÓGICO COM ESTÍMULOS DE FALA	
Documento original	24670-84911-1-0-1-0-1-0-08 2017-11-08	
Docs. sup.	Nenhuma(s) INCLUIR DOCUMENTO SUPLEMENTAR	
Submetido por	Aline Tenório Lins Camaúba	
Data de submissão	novembro 8, 2017 - 11:08	
Seção	Prospecções Tecnológicas de Assuntos Específicos	
Editor	Ricardo Rodrigues	

SITUAÇÃO

Situação	Em avaliação
Iniciado	2017-11-08
Última alteração	2017-11-08

OPEN JOURNAL SYSTEMS

Ajuda do sistema

USUÁRIO
 Logado como: **alinetenorio**
 Meus perfis de usuário
 Perfil
 Sair do sistema

AUTOR
 Submissões
 Ativo (1)
 Arquivo (1)
 Nova submissão

CONTEÚDO DA REVISTA
 Pesquisa
 Escopo de Busca
 Todos
 Pesquisar
 Procurar
 Por edição

Anexo B – Comprovante de submissão Plos One

PLOS Medicine

Auditory Steady-State Evoked Potential with speech stimuli in patients with dyslexia: a meta-analysis --Manuscript Draft--

Manuscript Number:	PMEDICINE-D-18-01272
Full Title:	Auditory Steady-State Evoked Potential with speech stimuli in patients with dyslexia: a meta-analysis
Short Title:	Auditory Steady-State Evoked Potential with speech stimuli in patients with dyslexia
Article Type:	Research Article
Keywords:	auditory evoked potentials; dyslexia; speech perception
Corresponding Author:	Aline Tenório Lins Camaúba Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas MACEIO, BRAZIL
Corresponding Author Secondary Information:	
Corresponding Author's Institution:	Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas
Corresponding Author's Secondary Institution:	
First Author:	Aline Tenório Lins Camaúba
First Author Secondary Information:	
Order of Authors:	Aline Tenório Lins Camaúba Klinger Vagner Texeira Costa Kelly Cristina Lira de Andrade Pedro de Lemos Menezes
Order of Authors Secondary Information:	
Abstract:	Dyslexia is a set of specific symptoms caused by cortical and subcortical dysfunctions that affect reading and writing learning ability. One of the hypotheses is that speech disorders are caused by changes in auditory processing, that is, dyslexic individuals are able to discriminate altered sounds, and for this reason, the rapid fusion of stimuli is compromised, resulting in changes in temporal processing and contributing to altered perception of acoustic cues contained in speech signals. OBJECTIVE: this study aimed to determine whether adults with dyslexia demonstrate difficulties in phonemic-rate (modulation frequency of 20 Hz) or syllabic processing (modulation frequency of 4 Hz) compared to normal adults. METHODS: This was a systematic review with meta-analysis, in which the following databases were searched: PubMed, SCOPUS, Web of Science, SciELO and LILACS, as well as gray literature databases: OpenGrey.eu and DissOnline. The following inclusion criteria were adopted: random clinical trials or not, observational studies, articles published in any language, articles with no minimum limit for publication date, and articles that discuss auditory steady-state evoked potentials with speech stimuli in individuals with dyslexia using modulation frequencies of 4 and 20Hz. RESULTS: Of the 1522 titles considered relevant, 1482 abstracts were read and of these, 15 complete texts were selected to be read in their entirety. After reading, 13 articles were excluded for not meeting the eligibility criteria. As such, two complete texts were included in qualitative and quantitative analysis. CONCLUSION: Previously established relationships demonstrate that adults with dyslexia exhibit difficulties in processing syllabic rates (modulation frequency of 4 Hz) in the right ear, compared to normal adults.
Suggested Reviewers:	
Opposed Reviewers:	
Additional Information:	



Aline Tenório <alinel.tenorio@gmail.com>

PLOS Medicine: Manuscript number assigned to your submission - [EMID:8315fda5462983ac]

1 mensagem

PLOS Medicine <em@editorialmanager.com>
Responder a: PLOS Medicine <plosmedicine@plos.org>
Para: Aline Tenório Lins Carnaúba <alinel.tenorio@gmail.com>

9 de abril de 2018 22:45

Dear Dr. Tenório Lins Carnaúba,

Your recent submission entitled "Auditory Steady-State Evoked Potential with speech stimuli in patients with dyslexia: a meta-analysis" has been assigned the following manuscript number: PMEDICINE-D-18-01272.

You can check on the status of your manuscript using the following link. Your manuscript will be in the "Submissions Being Processed" folder:

<https://pmedicine.editorialmanager.com/>

Thank you for submitting your work to PLOS Medicine. If you have any questions regarding the submission process, please contact the journal staff at plosmedicine@plos.org.

Best regards,

The PLOS Medicine Staff
plosmedicine@plos.org

Anexo C - Aprovação do Comitê de ética e Pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Padronização dos potenciais evocados auditivos de estado estável com estímulos de fala

Pesquisador: Aline Tenório Lins Carnaúba

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 51061415.9.0000.5011

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CIENCIAS DA SAUDE DE ALAGOAS -

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.673.954

Apresentação do Projeto:

Sabe-se que avaliações eletrofisiológicas, principalmente os PEAE, por causa de sua natureza comportamental independente, são ideais para investigar as bases neurais da percepção da fala, sem a interferência da subjetividade da resposta comportamental, mostrando-se úteis no estabelecimento de relações anatomo-funcionais do sistema auditivo humano (MUNIZ, 2011).

Os indivíduos que comparecerem ao LATEC, serão convidados a participarem da pesquisa. Serão abordados os aspectos éticos, através da leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A) e em caso de aceite, serão preenchidos: um protocolo de coleta contendo os dados de identificação e histórico auditivo (Apêndice B). Em seguida, os seguintes procedimentos serão realizados com a finalidade de verificar sua possibilidade de inclusão no estudo:

- a) Otoscopia
- b) Audiometria tonal liminar
- c) Processamento Auditivo Central
- a) Potenciais evocados auditivos de estado estável (PEAE)
- b) Potenciais evocados auditivos de tronco encefálico com estímulo de fala (PEATE)

Consentimento livre e esclarecido

Endereço: Rua Jorge de Lima, 113
 Bairro: PRADO CEP: 57.010-300
 UF: AL Município: MACEIO
 Telefone: (82)3315-6787 Fax: (82)3315-6787 E-mail: cep_uncisal@hotmail.com



Continuação do Parecer: 1.673.954

Considerações Finais a critério do CEP:

Nesta oportunidade, lembramos que o pesquisador tem o dever de durante a execução do experimento, manter o CEP informado através do envio a cada seis meses, de relatório consubstanciado acerca da pesquisa, seu desenvolvimento, bem como qualquer alteração, problema ou interrupção da mesma.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_600565.pdf	10/08/2016 20:53:03		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETOCORRIGIDO2.doc	10/08/2016 20:52:02	Aline Tenório Lins Carnaúba	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLCCorrigido.doc	10/08/2016 20:50:39	Aline Tenório Lins Carnaúba	Aceito
Outros	CARTARESPOSTA2.doc	10/08/2016 20:48:53	Aline Tenório Lins Carnaúba	Aceito
Outros	AUTPARAREALIZACAODAPESQUISA.JPG	19/12/2015 12:29:30	Aline Tenório Lins Carnaúba	Aceito
Outros	CARTARESPOSTA.pdf	19/12/2015 12:28:16	Aline Tenório Lins Carnaúba	Aceito
Outros	PROJETOCORRIGIDO.doc	19/12/2015 12:26:05	Aline Tenório Lins Carnaúba	Aceito
Outros	NOTADOPESQUISADORCORRIGIDO.pdf	19/12/2015 12:23:37	Aline Tenório Lins Carnaúba	Aceito
Outros	ANUENCIALATECc.pdf	19/12/2015 12:22:27	Aline Tenório Lins Carnaúba	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLCCORRIGIDO.doc	19/12/2015 12:20:29	Aline Tenório Lins Carnaúba	Aceito
Folha de Rosto	folha.pdf	27/10/2015 18:47:12	Aline Tenório Lins Carnaúba	Aceito
Outros	TermodeConfidencialidade.pdf	27/10/2015 18:33:45	Aline Tenório Lins Carnaúba	Aceito
Outros	TermodeCompromissodoPesquisador.pdf	27/10/2015 18:32:45	Aline Tenório Lins Carnaúba	Aceito
Outros	Notasparausodopesquisador.pdf	27/10/2015 18:32:00	Aline Tenório Lins Carnaúba	Aceito
Outros	Declaracaodapublicacaodapesquisa.	27/10/2015	Aline Tenório Lins	Aceito

Endereço: Rua Jorge de Lima, 113

Bairro: PRADO

CEP: 57.010-300

UF: AL

Município: MACEIO

Telefone: (82)3315-6787

Fax: (82)3315-6787

E-mail: cep_uncisal@hotmail.com



Continuação do Parecer: 1.673.954

Outros	pdf	18:31:38	Carnaúba	Aceito
Outros	ANUENCIALATEC.pdf	27/10/2015 18:29:53	Aline Tenório Lins Carnaúba	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETOALTC.pdf	27/10/2015 18:28:01	Aline Tenório Lins Carnaúba	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.doc	22/10/2015 23:16:06	Aline Tenório Lins Carnaúba	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

MACEIO, 11 de Agosto de 2016

Assinado por:

GRACILIANO RAMOS ALENCAR DO NASCIMENTO
(Coordenador)

Endereço: Rua Jorge de Lima, 113

Bairro: PRADO

CEP: 57.010-300

UF: AL

Município: MACEIO

Telefone: (82)3315-6787

Fax: (82)3315-6787

E-mail: cep_uncisal@hotmail.com

Anexo D - Patente depositada

CARNAÚBA, AT L. DISPOSITIVO PARA AQUISIÇÃO DE ESTÍMULOS DE FALA EM POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS DE ESTADO ESTÁVEL. 2017, Brasil.

Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR1020170008398, título: "DISPOSITIVO PARA AQUISIÇÃO DE ESTÍMULOS DE FALA EM POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS DE ESTADO ESTÁVEL", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial, 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

**Cumprimento de exigência decorrente de exame formal**

Número do Processo: BR 10 2017 000839 8

Dados do Depositante (71)

Depositante 1 de 5

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: aline.tenorio@gmail.com

**PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Petição Eletrônica em 16/11/2017 às 21:52, Petição 870170088607

Anexo E - Comprovante de transferência de titularidade da Patente
“DISPOSITIVO PARA AQUISIÇÃO DE ESTÍMULOS DE FALA EM POTENCIAIS
EVOCADOS AUDITIVOS DE ESTADO ESTÁVEL” para a UFAL



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

Anexo F - Patente depositada

CARNAÚBA, AT L. DISPOSITIVO PARA SIMULAÇÃO DE PERDAS AUDITIVAS PARA FINS DIDÁTICO. 2017, Brasil. Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR1020170268330, título: "DISPOSITIVO PARA SIMULAÇÃO DE PERDAS AUDITIVAS PARA FINS DIDÁTICO", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial, 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: 12/12/2017



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 026833 0

Dados do Depositante (71)

Depositante 1 de 10

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

PETICIONAMENTO ELETRÔNICO

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em 12/12/2017 às 19:01, Petição 870170097211

Anexo G - Produção secundária*Patente depositada***Pedido nacional de Invenção, Modelo de Utilidade, Certificado de Adição de Invenção e entrada na fase nacional do PCT**

Número do Processo: BR 20 2017 000574 2

Dados do Depositante (71)

Depositante 1 de 10

Nome ou Razão Social: Kelly Cristina Lira de Andrade

Tipo de Pessoa: Pessoa Física

CPF/CNPJ: 04709213402

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Professor do ensino superior

Endereço: Rua Hélio Pradines

Cidade: Maceió

Estado: AL

CEP: 57035220

País: Brasil

Telefone:

Fax:

Email: kellyclandrade@gmail.com

Dados do Pedido

Natureza Patente: 20 - Modelo de Utilidade (MU)

Título da Invenção ou Modelo de Utilidade (54): KIT DIDÁTICO DE FONES E MICROFONES PARA ENSINO DOS MECANISMOS DE LOCALIZAÇÃO SONORA E DA COMPREENSÃO DA FALA NO RÚIDO

Resumo: 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.

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.

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 experienciar a compreensão da fala associada aos ruídos branco, speech noise e rosa, a partir do gerado de ruídos, o que possibilitará entender melhor o processo de inteligibilidade da fala.

Figura a publicar: 1,2

**PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Petição Eletrônica em 11/01/2017 às 11:31, Petição 870170001998

Patente depositada



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

Número do Processo: BR 10 2018 000347 0

Dados do Depositante (71)

Depositante 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

**PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em 08/01/2018 às 11:08, Petição 870180001388

Dados do Pedido

Natureza Patente: 10 - Patente de Invenção (PI)

Título da Invenção ou Modelo de Utilidade (54): DISPOSITIVO PARA MONITORAMENTO DO ESTADO DE CONTRAÇÃO MUSCULAR

Resumo: O dispositivo para monitoramento do estado de contração muscular refere-se a um dispositivo para captar os estímulos elétricos fornecidos pelo músculo contraído que será avaliado a partir do posicionamento do indivíduo de forma que permita a contração deste músculo e o posicionamento adequado dos eletrodos. O principal objetivo é tornar mais adequada a execução e interpretação de testes audiológicos e vestibulares, como o de potenciais miogênicos evocados vestibulares (VEMP). O processo é composto de uma estrutura fixa, um amplificador biológico e uma fonte de alimentação. As configurações serão selecionadas por meio dos botões de regulação de tensões, as quais poderão ser selecionadas manualmente, permitindo o envio de informações para o amplificador biológico e posteriormente, com a tensão ajustada, realizar o teste. A mecânica descrita anteriormente permitirá que, por meio da escolha do grupo muscular, seja configurado e avaliado a tensão recomendada, permitindo a captação de estímulos elétricos fornecidos diretamente pelo músculo contraído para fins de prática clínica.

Figura a publicar: 01

Patente depositada



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

Número do Processo: BR 20 2018 004615 8

Dados do Depositante (71)

Depositante 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

Dados do Pedido

Natureza Patente: 20 - Modelo de Utilidade (MU)

Título da Invenção ou Modelo de Utilidade (54): DISPOSITIVO PARA O DIAGNÓSTICO DE ALTERAÇÕES AUDITIVAS CENTRAIS EM PACIENTES COM MICROCEFALIA E OUTRAS PATOLOGIAS

Resumo: A presente patente refere-se a um dispositivo para diagnóstico de alterações auditivas centrais em pacientes com microcefalia e outras patologias por meio da utilização de diferentes estímulos acústicos que podem ser selecionados previamente e que permitem eliciar os potenciais evocados auditivos corticais. O principal objetivo é identificar possíveis perdas auditivas centrais em pacientes com microcefalia. O processo é composto de um console com entrada para fonte de alimentação e saídas de som para fones de ouvidos. As configurações poderão ser selecionadas por meio do software próprio do dispositivo que será utilizado em PC/notebook, permitindo o envio de informações para o console e posteriormente, enviadas para o fone de ouvido, o qual enviará o estímulo acústico selecionado ao paciente. A mecânica descrita anteriormente permitirá que, por meio da escolha do avaliador, sejam utilizados diferentes estímulos acústicos para eliciar potenciais evocados auditivos e, assim, identificar de forma pormenorizada a existência de uma perda auditiva ao nível do córtex cerebral em pacientes com microcefalia.

Figura a publicar: 01

Artigos completos publicados em periódicos

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



REVIEW ARTICLE

The importance of electrically evoked stapedial reflex in cochlear implant[☆]

Kelly Cristina Lira de Andrade^{a,*}, Mariana de Carvalho Leal^a, Lilian Ferreira Muniz^a, Pedro de Lemos Menezes^b, Katia Maria Gomes de Albuquerque^c, Aline Tenório Lins Carnaúba^a

^a Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brazil

^b Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas, Maceió, AL, Brazil

^c Fundação de Ensino Superior de Olinda, Olinda, PE, Brazil

Received 30 March 2013; accepted 7 September 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, criteria 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 crianças ou em indivíduos com múltiplos comprometimentos, pois fornecem valores específicos que

[☆]Please cite this article as: Andrade KCL, Leal MC, Muniz LF, Menezes PL, Albuquerque KMG, Carnaúba ATL. The importance of electrically evoked stapedial reflex in cochlear implant. Braz J Otorhinolaryngol. 2014;80:68-77.

* Corresponding author.

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

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,^I Kelly Cristina Lira de Andrade,^{II} Aline Tenório Lins Carnáuba,^{II}
Frantânia B. Cabral,^I Mariana de Carvalho Leal,^{II} Liliâne Desgualdo Pereira^{III}

^IUniversidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL), Acoustic Instrumentation Laboratory, Maceió/AL, Brazil. ^{II}Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Fonoaudiologia, Recife/PE, Brazil. ^{III}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: pedrodelemosmenezes@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 frequencies. 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

PEIXOTO, G. O.; ANDRADE, K. C. L.; CARNAÚBA, AT 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 audiolgia 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



OLIVEIRA, M. F. F.; ANDRADE, K. C. L.; MACAMBIRA, Y. K.; SANTOS, E. T. U.; **CARNAÚBA, AT L.**; **MENEZES, P. L.** . Resenha: Eficácia da versão brasileira do programa educacional Decibéis Perigosos. *Distúrbios da Comunicação*, v. 27, p. 406-407, 2015.



RESENHA

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 audiolgia, 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

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



SANTOS, T. S. P.; CARNAÚBA, AT 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. 408-410, 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, Trapiçe - Maceió, AL, Brasil. CEP: 57010-382.

Fone: 82 3315-6813

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

E-mail: alinel.tenorio@gmail.com

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



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



REVIEW

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

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

Confiabilidad de la respuesta auditiva en estado estable el test-retest 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.

*Speech language pathologist and audiologist, resident student of Audiology at the Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas – UNCISAL- Brazil; ** Speech language pathologist and audiologist, Master in Human Health Communication at the Universidade Federal de Pernambuco – UFPE- Brazil; *** Professor at the Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas - UNCISAL. PhD in Physics applied to Medicine from the Universidade de São Paulo – USP- Brazil.

Author's contribution: FRAB main researcher, review elaboration, casebook, writing of the essay, submission and proceedings from the essay; ATLC advisers, review elaboration, editing the article; TSPS review elaboration, editing the article; KCLA review elaboration, editing the article; PLM advisers, review elaboration, editing the article, final version approval.

Correspondence Address: Aline Tenório Lins Carnaúba. LATEC (Laboratório de Audição e Tecnologia) Endereço: Av. Jorge Lima, 113 – 5º andar, Trapiche - Maceió, AL. CEP 57010-382. Fone: 82 33156813. Web: <http://latec.uncisal.edu.br>

E-mail address: aline.tenorio@gmail.com

Received: 09/10/2014; Accepted: 17/11/2014



CARVALHO, B. D.; ANDRADE, K. C. L.; SILVA, S. G.; PEIXOTO, G. O.; **CARNAÚBA, AT 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

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





Aline Tenório Lins Carnaúba****

Pedro de Lemos Menezes****

Iliadou VV, Bamiou DE, Chermak GD, Nimatoudis I. Comparison of two tests of auditory temporal resolution in children with central auditory processing disorder, adults with psychosis, and adult professional musicians. *Int J Audiol.* 2014;53(8):507-13

O estudo em evidência de Iliadou et al (2014), grupo de pesquisadores da Grécia, Inglaterra e Estados Unidos, teve como principal objetivo avaliar os resultados de limiares de resolução temporal auditiva em três grupos distintos – crianças com distúrbios de processamento auditivo central (DPAC), adultos com psicose e músicos profissionais adultos – por meio de dois testes que visam à avaliação da resolução temporal: *Random gap detection* (RGDT) e *Gaps-in-noise* (GIN).

De acordo com a metodologia da pesquisa, os grupos foram divididos da seguinte forma: 11 músicos profissionais adultos (idades entre 28 e 61 anos), 22 crianças com DPAC (idades entre 7,5 e 17 anos) e 17 adultos com o primeiro episódio psicótico (idades entre 18 e 48 anos). Todos os indivíduos apresentavam limiares auditivos normais, com valores iguais ou menores que 20 dBNA. Os testes RDGT e o GIN foram aplicados, nesta ordem, em uma cabina acústica utilizando material gravado que foi reproduzido em um *CD-player* por meio de um audiômetro a 60 dBNA.

Apesar dos dois testes avaliarem a resolução temporal, o GIN fornece uma medida mais fiel de detecção de gap e o RGDT reflete, ao menos em parte, a fusão auditiva. Além disso, os dois testes diferem em outros aspectos, como no modo de apresentação (mono vs. binaural), tipo de estímulos (ruído vs. tons), modo de resposta (motora vs. verbal), tarefa de resposta (motor vs. contagem), número total de apresentações de gap (60 lacunas de ruído vs. 45 tons) e abordagem para medir a distância mais curta detectada.

O RGDT foi apresentado bilateralmente após a conclusão bem-sucedida de uma sessão prática, a qual consiste em pares de tons puros separados por intervalos de silêncio. O GIN, por sua vez, foi apresentado unilateralmente, começando com a sessão prática para cada orelha, a qual é composta por

10 ensaios com apresentação aleatória de durações variáveis de lacunas no ruído branco.

Em conformidade com os resultados, não foi possível calcular um limite para o RGDT para 13 das 22 crianças com DPAC e para 7 dos 17 adultos com o primeiro episódio psicótico devido à inconsistência de respostas. Todos os participantes do grupo de adultos com o primeiro episódio psicótico falharam no RGDT por apresentar limiares maiores que 8ms. O grupo de músicos profissionais foi o único que passou com sucesso tanto no RGDT como no GIN em ambas as orelhas.

Os autores concluem que os motivos que ocasionaram as diferenças entre os dois testes são as distintas normas e metodologias apresentadas por eles. Os limiares médios para o RGDT foram maiores quando comparados aos limiares médios obtidos para o GIN e uma maior variedade de limiares foi observada para o RGDT em todos os três grupos quando comparados ao GIN. Sendo assim, a falta de analogia entre os dois testes sugere que os mesmos avaliam diferentes processos: o GIN a detecção de gap auditivo e o RGDT possivelmente algum processo híbrido que exija fusão auditiva e detecção de gap.

O planejamento da pesquisa é uma etapa fundamental que se inicia com a determinação dos grupos a serem estudados. Desta forma, a utilização de grupos controles torna-se conveniente, pois estes tem o objetivo de permitir o estudo de uma variável por vez. A homogeneidade entre os grupos estudados também possibilita resultados mais fidedignos e confiáveis. Entretanto, o referido estudo apresenta, por exemplo, a variável idade bastante heterogênea, uma vez que esta varia de 7,5 a 61 anos. Este fato possivelmente influenciou negativamente os achados, pois é sabido que a resolução temporal melhora à medida que as crianças amadurecem e é prejudicada em adultos mais velhos.



ALMEIDA, G. F.; CARNAÚBA, AT 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. 401-402, 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*Graduanda 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

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



MACAMBIRA, Y. K.; ANDRADE, K. C. L.; **CARNAÚBA, AT 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 condifcultades 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.

Conflicto de intereses: 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

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



SANTOS, P. O.; CARNAÚBA, AT L.; FRIZZO, A. C.; 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. 403-405, 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 Claudia 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; ACF - 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

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



SILVA, D. R. O.; CARNAÚBA, AT 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 experiências 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 Carnaúba***

*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.

*Graduada 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 coorientador, elaboração da resenha, correção da redação da resenha; FRAB elaboração da resenha, correção da redação da resenha; MMGBA 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

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



ALMEIDA, G. F. ; **CARNAÚBA, AT L.** ; PAIVA, T. K. ; 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, (So 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



SOARES, Ilka Do Amaral; **MENEZES, P. L.**; **Carnaúba, Aline Tenório Lins**; ANDRADE, Kelly Cristina Lira de ; LINS, O. G. . ESTUDO DO MICROFONISMO COCLEAR NA NEUROPATIA DESSINCRONICA. 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



REVIEW ARTICLE

Study of cochlear microphonic potentials in auditory neuropathy [☆]



Ilka do Amaral Soares ^{a,b,*}, Pedro de Lemos Menezes ^{b,c},
Aline Tenório Lins Carnaúba ^a, Kelly Cristina Lira de Andrade ^a, Otávio Gomes Lins ^{d,e}

^a Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Ciências Médicas, São Paulo, SP, Brazil

^b Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas, Maceió, AL, Brazil

^c Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brazil

^d Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo, SP, Brazil

^e Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brazil

Received 20 August 2015; accepted 29 November 2015

Available online 27 April 2016

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.

Conclusion: The presence of the Cochlear Microphonic is a determining finding in the differential diagnosis of Auditory Neuropathy/Dyssynchrony. The protocol for the determination of Cochlear Microphonic must include the use of insert earphones, reverse polarity and blocking

[☆] Please cite this article as: 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.

* Corresponding author.

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

<http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2015.11.022>

1808-8694/© 2016 Published by Elsevier Editora Ltda. on behalf of Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

VELOSO, F. C. S.; ANDRADE, K. C. L.; **CARNAUBA, AT; MENEZES, P. L.** Resenha: Implante Coclear em crianças com deficiência no nervo coclear. *Distúrbios da Comunicação*, v. 27, p. 867-869, 2016.



RESENHA

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

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



MACAMBIRA, Y. K.; CARNAÚBA, AT L.; BEZERRA, N. B.; FERNANDES, L. C. B. C.; MENEZES, Pedro de Lemos. Aging and wave-component latency delays in oVEMP and cVEMP: a systematic review with meta-analysis. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology JCR*, v. 83, p. 475-487, 2017.

Braz J Otorhinolaryngol. 2017;83(4):475-487



Brazilian Journal of
OTORHINOLARYNGOLOGY

www.bjorl.org



ARTIGO DE REVISÃO

Aging and wave-component latency delays in oVEMP and cVEMP: a systematic review with meta-analysis[☆]



Ysa Karen dos Santos Macambira^a, Aline Tenório Lins Carnaúba^b,
Luciana Castelo Branco Camurça Fernandes^{c,d}, Nassib Bezerra Bueno^{e,f}
e Pedro de Lemos Menezes^{c,g,*}

^a Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL), Audiologia, Maceió, AL, Brasil

^b Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO), Biotecnologia em Saúde, Maceió, AL, Brasil

^c Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL), Maceió, AL, Brasil

^d Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Distúrbio da Comunicação, São Paulo, SP, Brasil

^e Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió, AL, Brasil

^f Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Ciências, São Paulo, SP, Brasil

^g Universidade de São Paulo (USP), Física Aplicada à Medicina, São Paulo, SP, Brasil

Recebido em 10 de outubro de 2016; aceito em 7 de dezembro de 2016

Disponível na Internet em 17 de maio de 2017

KEYWORDS

Cervical vestibular evoked myogenic potential;
Ocular vestibular evoked myogenic potential;
Elderly

Abstract

Introduction: The natural aging process may result in morphological changes in the vestibular system and in the afferent neural pathway, including loss of hair cells, decreased numbers of vestibular nerve cells, and loss of neurons in the vestibular nucleus. Thus, with advancing age, there should be a decrease in amplitudes and an increase in latencies of the vestibular evoked myogenic potentials, especially the prolongation of p13 latency. Moreover, many investigations have found no significant differences in latencies with advancing age.

Objective: To determine if there are significant differences in the latencies of cervical and ocular evoked myogenic potentials between elderly and adult patients.

Methods: This is a systematic review with meta-analysis of observational studies, comparing the differences of these parameters between elderly and young adults, without language or date restrictions, in the following databases: Pubmed, ScienceDirect, SCOPUS, Web of Science, SciELO and LILACS, in addition to the gray literature databases: OpenGrey.eu and DissOnline, as well as Research Gate.

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2016.12.006>

[☆] Como citar este artigo: Macambira YK, Carnaúba AT, Fernandes LC, Bueno NB, Menezes PL. Aging and wave-component latency delays in oVEMP and cVEMP: a systematic review with meta-analysis. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2017;83:475-87.

* Autor para correspondência.

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

A revisão por pares é da responsabilidade da Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial.

2530-0539/© 2017 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

OLIVEIRA, M. F. F. ; ANDRADE, K. C. L. ; **CARNAÚBA, AT 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 Oliveira¹, Kelly Cristina Lira de Andrade¹, Aline Tenório Lins Carnaúba¹, Gabriella de Oliveira Peixoto¹, Pedro de Lemos Menezes¹

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, imitanciométrica 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, 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

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

CARNAÚBA, AT 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 Carnaúba¹, Pedro de Lemos Menezes², Ilka do Amaral Soares², Kelly Cristina Lira de Andrade¹, Otávio Gomes Lins³

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 auditivo. 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 SLpPe and 80 SLpPe 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: grupodespesquisalatec@gmail.com

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

FEITOZA, C. C. ; SOUZA, M. E. C. A. ; CARVALHO, S. A. ; MENEZES, P. L. ; CARNAÚBA, AT L. . Resenha: Potencial miogênico evocado vestibular e MRI na esclerose múltipla precoce: Validação do escore do VEMP. REVISTA DISTURBIOS DA COMUNICAÇÃO, v. 29, p. 605-606, 2017.



Potencial miogênico evocado vestibular e MRI na esclerose múltipla precoce: Validação do escore do VEMP

Vestibular evoked myogenic potentials and MRI in early multiple sclerosis: Validation of the VEMP score

Potencial Miogênico Evocado Vestibular y MRI en la esclerosis múltiple temprana: Validación de puntuación de lo VEMP

*Christiane Cavalcante Feitoza**
*Maria Eduarda Di Cavalcanti**
*Sarah de Almeida Carvalho**
*Pedro de Lemos Menezes**
*Aline Tenório Lins Carnaúba**

Luka Crnošija, Magdalena KrbotSkorić, Tereza Gabelić, Ivan Adamec, Mario Habek. Vestibular evoked myogenic potentials and MRI in early multiple sclerosis: Validation of the VEMP score. In *Journal of The Neurological Sciences*. 2017. DOI: 10.1016/j.jns.2016.11.028

O potencial miogênico evocado vestibular (VEMP) é um teste clínico dos órgãos otolíticos, sensores de aceleração linear e da via reflexa relacionada. Como o VEMP reflete muito bem as funções das vias otolíticas centrais, indica-se que ele poderia também ser aplicado para distúrbios do sistema nervoso central.

A esclerose múltipla (EM) é uma doença crônica e debilitante, imunomediada, que afeta o sistema

nervoso central, cujo curso clínico, com seus quase incontáveis sintomas associados, apresenta-se como um desafio na área médica.

Lesões de EM podem prejudicar as respostas do VEMP, afetando os fascículos vestibulares, núcleos vestibulares, cerebelo e suas eferências, todos envolvidos na retransmissão e processamento dos sinais vestibulares.

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



BARACHO, N. C. ; PEIXOTO, G. O. ; **MENEZES, P. L. ; CARNAÚBA, AT L.** . Resenha: Potencial Evocado Somatossensorial de Longa Latência no Núcleo Subtalâmico em Pacientes com Doença de Parkinson. REVISTA DISTURBIOS DA COMUNICAÇÃO, v. 29, p. 607-609, 2017.



Potencial Evocado Somatossensorial de Longa Latência no Núcleo Subtalâmico em Pacientes com Doença de Parkinson

Long-Latency Somatosensory Evoked Potentials on the Subthalamic Nucleus in Patients with Parkinson's Disease

Potenciales Evocados Somatosensoriales de Larga Latencia en el núcleo Subtalâmico en Pacientes con Enfermedad de Parkinson

*Nathalia Clemente Baracho**

*Gabriella Oliveira Peixoto**

*Pedro de Lemos Menezes**

*Aline Tenório Lins Carnaúba**

Trenado C, Elben S, Friggemann L, Gruhn S, Groiss SJ, Vesper J, Schnitzler A, Wojtecki L, Long-Latency Somatosensory Evoked Potentials on the Subthalamic Nucleus in Patients with Parkinson's Disease. *PLoS ONE*. 2017 Jan; (1): 1-14

Segundo o *Medline Plus*¹ a Doença de Parkinson (DP) é caracterizada por tremor, rigidez e dificuldades na marcha, e no estágio final da doença é observado um declínio cognitivo. A fisiopatologia envolvida é a morte seletiva de algumas células geradoras de dopamina na substância negra, sendo assim a estimulação profunda no cérebro é um dos tratamentos indicados. Estudiosos^{2,3} afirmam que as modulações oscilatórias provocadas pelas estimulações alteram os circuitos neurais alterados na DP.

Wojtecki et al. (2017) estudaram os potenciais evocados somatossensoriais de longa latência (PESSs-LL) em pacientes com DP com o objetivo de caracterizá-los em termos de amplitude, inversão de fase e reprodutibilidade, elucidando o envolvimento do núcleo subtalâmico (NST) no processamento somatossensorial na DP. Os pesquisadores hipotetizaram que os PESSs-LL são gerados no NST por ser uma estrutura de integração global com neurônios responsáveis por estímulos

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



ROCHA, A. C. ; MENEZES, P. L. ; CARNAÚBA, AT L. . Resenha: Efeito do aparelho de som portátil individual no reflexo sáculo cólico avaliado pelo potencial vestibular miogênico evocado: uma investigação preliminar. REVISTA DISTURBIOS DA COMUNICAÇÃO, v. 29, p. 610-612, 2017.



Efeito do aparelho de som portátil individual no reflexo sáculo cólico avaliado pelo potencial vestibular miogênico evocado: uma investigação preliminar

Effect of personal music system use on sacculo collic reflex assessed by cervical vestibular evoked myogenic potential: A preliminary investigation

Efecto de estéreo portátil individual en el cólico reflexión sáculo evaluadas por lo potencial miogénico vestibular potencial evocado: una investigación preliminar

*Ana Carolina Rocha Gomes**

*Pedro de Lemos Menezes**

*Aline Tenório Lins Carnaúba**

Singh NK and Sasidharan CS. Effect of personal music system use on sacculo collic reflex assessed by cervical vestibular evoked myogenic potential: A preliminary investigation. *Noise Health*. 2016 Mar-Apr; 18(81): 104-112. Doi: 1 0.41 03/1 4631 741 .1 78511

Ouvir música através de aparelhos de som portátil individual (ASPI) é uma tendência crescente na juventude, como os MP3 ou iPods combinados com fones de ouvidos. Todavia, o volume, na maioria das vezes, está acima dos níveis de segurança. Estudos evidenciam que o ruído elevado no local

de trabalho ou outro tipo de ruído não só causa deficiência auditiva, como também: hipertensão; doença cardíaca isquêmica; irritação; distúrbios do sono, e alterações no sistema imunológico.

A função coclear também está comprometida independentemente da causa da exposição ao

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



VALENTE, M. C. M. B. ; **CARNAÚBA, AT L.** ; **MENEZES, Pedro de Lemos** ; SOUZA, M. E. C. A. . RESENHA:VEMP Cervical e Ocular como Teste Diagnóstico da Deiscência do Canal Semicircular Superior. REVISTA DISTURBIOS DA COMUNICAÇÃO, v. 29, p. 613-614, 2017.



VEMP Cervical e Ocular como Teste Diagnóstico da Deiscência do Canal Semicircular Superior

Cervical and Ocular VEMP Testing Diagnosing Superior Semicircular Canal Dehiscence

VEMP Cervical y Ocular en el Diagnóstico de la Dehiscencia del Canal Semicircular Superior

*Maria Clara Motta Barbosa Valente**

*Aline Tenório Lins Carnaúba**

*Pedro de Lemos Menezes**

*Maria Eduarda Di Cavalcanti**

Hunter JB, Patel NS, O'Connell BP, et al. Cervical and Ocular VEMP Testing Diagnosing Superior Semicircular Canal Dehiscence. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2017; p. 1-7.

A Deiscência do Canal Superior (DCS) é a ausência do osso que recobre o canal semicircular superior, o que pode levar a queixas auditivas e vestibulares, tais como: perda auditiva, hiperacusia, plenitude e/ou pressão, zumbido, autofonia, desequilíbrio e vertigem induzida pelo som ou pela pressão. Acredita-se que a deiscência óssea atue como uma terceira janela no ouvido interno, alterando a dinâmica de fluidos e, assim, modificando as funções fisiológicas normais da cóclea e do labirinto.

Atualmente, o padrão ouro para o diagnóstico da DCS é a Tomografia Computadorizada (TC). No entanto, o Potencial Miogênico Evocado Vestibular (VEMP) foi identificado como um possível teste diagnóstico para pacientes com DCS. Isso porque na DCS a transmissão de energia sonora é desviada em direção à abertura óssea no canal semicircular superior, que atua como um caminho de menor

resistência, elevando as amplitudes do VEMP cervical (cVEMP), do VEMP ocular (oVEMP) e os limiares do cVEMP.

Em oposição aos estudos já publicados na área, como o de Zuninga et al. que verificaram que as amplitudes do oVEMP foram melhores para o diagnóstico da DCS, quando comparadas aos limiares do cVEMP, e o de Janky et al. que relataram que clicks por condução aérea ou tone bursts (500Hz) eram melhores para a diferenciação de pacientes com DCS do que a utilização de martelo de reflexo ou mini-shaker. O neurologista Hunter e seus colaboradores, pertencentes ao departamento de otorrinolaringologia e cirurgia de cabeça e pescoço do Centro Médico do Sudoeste na Universidade do Texas, possuíam uma evidência anedotal decorrente de sua observação na prática clínica: que os limiares do cVEMP pareciam ser mais sensíveis

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



Artigos aceitos para publicação

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 Andrade¹; Ferreira Muniz²; de Lemos Menezes¹; da Silva Caldas Neto²; Tenorio Lins Carnauba¹; de Carvalho Leal²

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 Itaotec 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

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^{1,2}; Kelly Cristina Lira de Andrade²; Maria Eduarda di Cavalcanti^{1,2}; Ana Claudia Figueiredo Frizzo³, Aline Tenório Lins Carnaúba²; **Pedro de Lemos Menezes^{1,2}**

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.

Capítulo de livro publicado

ANDRADE, K. C. L. ; PEIXOTO, G. O. ; **CARNAÚBA, AT L.** ; COSTA, K. V. T. ; **MENEZES, Pedro de Lemos** . Suppression of Otoacoustic Emissions Evoked by White Noise and Speech Stimuli. In: Stavros Hatzopoulos. (Org.). Advances in Clinical Audiology. 1ed.: InTech, 2017, v. , p. 43-56.

Chapter 4

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

Organização de livro a ser lançado em 2018 pela editora Booktoy

