



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FONOAUDIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE DA COMUNICAÇÃO HUMANA

YSA KAREN DOS SANTOS MACAMBIRA

**AVALIAÇÃO DOS POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS CORTICAIS POR MEIO
DO ESTÍMULO DE FALA /MA/**

Recife

2019

YSA KAREN DOS SANTOS MACAMBIRA

**AVALIAÇÃO DOS POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS CORTICAIS POR MEIO
DO ESTÍMULO DE FALA /MA/**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde da Comunicação Humana da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Saúde da Comunicação Humana.

Área de concentração: Audição e Linguagem: desenvolvimento, diagnóstico e intervenção fonoaudiológica.

Orientador: Prof^a. Dra. Karina Paes Advíncula.

Co-orientador: Prof^a. Dra. Denise Costa Menezes.

Recife

2019

Catálogo na fonte:
Bibliotecário: Elaine Freitas, CRB4:1790

M114a Macambira, Ysa Karen dos Santos.
Avaliação dos potenciais evocados auditivos corticais por meio do estímulo de fala /ma// Ysa Karen dos Santos Macambira. – Recife: o autor, 2019.
83 f.; il.

Orientadora: Karina Paes Advíncula.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde. Programa de pós-graduação em Saúde da Comunicação Humana.
Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Eletrofisiologia. 2. Potenciais Evocados Auditivos. 3. Fonoaudiologia. I. Advíncula, Karina Paes (orientadora). II. Título.

614 CDD (23.ed.) UFPE (CCS 2019 - 108)

YSA KAREN DOS SANTOS MACAMBIRA

**AVALIAÇÃO DOS POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS CORTICAIS POR MEIO
DO ESTÍMULO DE FALA /MA/**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde da Comunicação Humana da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Saúde da Comunicação Humana.

Aprovada em: 25/02/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Karina Paes Advíncula (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Silvana Maria Sobral Griz (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Maria Luiza Lopes Timóteo de Lima (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o. Dr^o. Pedro de Lemos Menezes (Examinador Externo)
Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas

Dedico esse trabalho aos meus queridos pais **Aparecida** e **Jacson**, por serem os alicerces da minha vida. Por todos os esforços investidos na minha educação e formação. Por todo amor, zelo e proteção. Por todos os ensinamentos, baseados na verdade. Por todos os valores de vida, que me motivam a dar o melhor de mim. Muito Obrigada!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a **Deus**, meu Pai, meu Guardador. Base do amor, da verdade e da vida.

À minha querida orientadora Prof^a. Dr^a. **Karina Paes Advíncula**, presente que o mestrado me trouxe. Por toda confiança em mim depositada, pelos momentos de orientações acadêmicas, profissionais e de vida. Pela amizade cultivada e por sua dedicação em ensinar, sempre com entusiasmo e amor.

À minha querida coorientadora Prof^a. Dr^a. **Denise Costa Menezes**, pelos momentos de orientação, e disponibilidade a ajudar.

Ao meu querido Prof^o. Dr^o. **Pedro de Lemos Menezes**, por me incentivar a ser pesquisadora, desde o grupo de pesquisa LATEC, na Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas. Obrigada por todo ensinamento.

À minha querida amiga **Espedita Alves**, por ter me oferecido apoio incondicional durante esses anos. Sempre presente, disposta a me ajudar. Acalentando-me nos momentos de ansiedade, com sua amizade, nos períodos longe da minha família. Minha eterna gratidão.

Aos meus amados avós, **José e Benvinda**, e meus irmãos **Yasmin e Júnior**, por todo amor e compressão dos momentos ausentes. Amo muito vocês.

Aos meus queridos colegas de turma: **Nathália, Joice, Saulo, Roberta, Rebeka, Luciana, Camila, Hellen, Kelly e Vanessa**, em especial à minha amiga **Mariana**, presente antes mesmo do período de seleção do mestrado, e minha amiga **Rayane**, por sua parceria e ajuda. Agradeço por todos os momentos compartilhados em sala de aula. Juntos nós vivemos angústias, ansiedades e alegrias, de muito crescimento.

Aos meus amigos de Recife, em especial à **Karine Lima**, por sempre ter uma palavra amiga a dizer nos momentos difíceis e ter sempre um sorriso a comemorar comigo nas minhas vitórias.

Aos meus amigos de Teresina, que tanto me apoiam e torcem por mim.

Ao **Pedro Martins Filho**, juntamente com **Rayane Ferreira**, e **Nathália Holanda**, pela ajuda na divulgação da pesquisa, sem vocês não teria conseguido realizar a coleta de dados.

Ao Prof^o. Dr^o. **John Grose**, por toda a assistência e ensinamentos durante a realização da coleta de dados.

À Prof^a. Dr^a. **Ana Cláudia Figueiredo Frizzo**, por suas diversas contribuições na concretização desse estudo, desde a criação do estímulo à discussão dos dados. Obrigada por toda disponibilidade.

À Prof^a. Dr^a. **Silvana Griz** pelas orientações que enriqueceram a pesquisa.

Minha sincera gratidão à parceria de estudos realizada com a Universidade Estadual de Ciência da Saúde de Alagoas e a Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

Aos Departamentos de Fonoaudiologia e de Pós-Graduação em Saúde da Comunicação Humana da Universidade Federal de Pernambuco, por conceder permissão para o uso dos equipamentos do laboratório de audiologia, que foram fundamentais na concretização desse estudo.

A cada indivíduo que participou da casuística deste trabalho, permitindo que os resultados das suas avaliações fossem publicados, agregando assim, conhecimentos a Audiologia.

A todos que direta ou indiretamente me fizeram chegar até aqui.

“Penso que a fé é a extensão do espírito. É a chave que abre a porta do impossível” (CHAPLIN, apud CLARET, 1984, pag. 70).

RESUMO

Os potenciais evocados auditivos de longa latência referem-se às mudanças de atividades elétricas que ocorrem tardiamente na via auditiva em resposta ao estímulo acústico. Dentre esses potenciais, podemos encontrar os potenciais evocados auditivos corticais. Para obter suas respostas, vários tipos de estímulos podem ser utilizados, como sons de fala, que apresentam diferentes parâmetros temporais e/ou espectrais contrastantes. Comumente o estímulo /da/ é um dos mais usados nos PEAC. Contudo, a sílaba /ma/ demonstrou-se especialmente interessante por seu contexto de aprendizagem na primeira infância. **Objetivo:** Comparar as respostas do potencial evocado auditivo cortical eliciado com estímulo de fala /ma/ com o estímulo de fala /da/ em adultos jovens normo-ouvintes. **Método:** O presente estudo teve caráter transversal, observacional e analítico, com amostra composta por 19 participantes adultos jovens, com idade entre 18 a 25 anos, de ambos os sexos, com audição normal. Foram realizados os testes de potencial cortical auditivo evocados com os estímulos de fala /ba/ x /da/ e /ba/ x /ma/, com vozes femininas fluidas naturais, apresentados de modo aleatório, monoaural e randômica, na proporção de 50% para os dois estímulos apresentados, em um total de 100 estímulos, na intensidade de 70 dB NPS pe. **Resultados:** Foram encontradas latências menores, em média, para todos os componentes do complexo P1, N1, P2, N2 e P3 ($p < 0,05$), quando evocados pelo estímulo /ma/. Não houve diferenças significativas na medida de amplitude entre os estímulos /da/ e /ma/. **Conclusão:** Os potenciais evocados auditivos corticais eliciados por meio do estímulo de fala /ma/ apresentaram respostas de latência menores para P1-N1-P2-N2 e P3, quando comparado com o estímulo de fala /da/.

Palavras-chave: Eletrofisiologia. Potenciais Evocados Auditivos. Fonoaudiologia.

ABSTRACT

Long-latency auditory evoked potentials refer to changes in electrical activities that occur late in the auditory pathway in response to the acoustic stimulus. Deploying auditory records. To obtain their answers, various types of sound stimuli can be used, such as speech sounds, which have several contrasting temporal and / or spectral meanings. Commonly the stimulus /da/ is one of the most used in CAEP. It applies as a test of interest in early childhood. **Objective:** To compare the responses of the cortical auditory evoked potential elicited with speech /ma/ stimulation with the speech stimulus /ma/ in young normal hearing adults. **Method:** The present study was transversal, observational and analytical, with a sample composed of 19 young adult participants, aged between 18 and 25 years, of both sexes, with normal hearing. The auditory cortical potential tests evoked with the speech stimuli /ba/ x /da/ and /ba/ x /ma/, with natural fluid female voices, presented in a random, monaural and random manner, for the two stimuli presented, in a total of 100 stimuli, in the intensity of 70 dB NPS pe. **Results:** Shorter latencies were found for all components of the P1, N1, P2, N2 and P3 complex ($p < 0.05$), when evoked by the /ma/ stimulus. There were no significant differences in the amplitude measure between the /da/ and /ma/ stimuli. **Conclusion:** The cortical auditory evoked potentials elicited by the speech /ma/ stimulus presented shorter latency responses for P1-N1-P2-N2 and P3 when compared with the speech stimulus /da/.

Keywords: Electrophysiology, Evoked Potentials, Auditory, Speech, Language and Hearing Sciences.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABR	Resposta de Audiometria de Tronco Encefálico
ANSI	American National Standards Institute
ASHA	American Speech-Language-Hearing Association
CNS	Conselho Nacional de Saúde
ECohG	Eletrococleografia
IHS	Intelligence Hearing Systems
MoCA	Avaliação Cognitiva Montreal
MMN	Mismatch Negativity
PE	Potencial Evocado
PEA	Potencial Evocado Auditivo
PEAC	Potencial Evocado Auditivo Cortical
PEALL	Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência
PEAML	Potencial Evocado Auditivo de Média Latência
PEATE	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico
RLL	Respostas de Longa Latência
SNC	Sistema Nervoso Central

LISTA DE SÍMBOLOS

DaPa	Decapascal
dB	Decibel
Hz	Hertz
ml	Mililitro
ms	Milissegundo
NA	Nível de Audição
NPS	Nível de Pressão Sonora
μV	Microvolt

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	OBJETIVOS.....	15
1.1.1	Objetivo Geral.....	15
1.1.2	Objetivos Específicos.....	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO.....	16
2.1.1	Conceito.....	16
2.1.2	Classificação dos PEA.....	16
2.1.2.1	Quanto ao tempo.....	16
2.1.2.2	Quanto à origem anatômica.....	17
2.1.2.3	Quanto à relação entre o estímulo e a resposta.....	18
2.1.2.4	Quanto ao posicionamento dos eletrodos.....	18
2.2	POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO CORTICAL.....	18
2.2.1	Conceito.....	18
2.2.2	Componentes.....	19
2.2.3	Desenvolvimento das ondas.....	21
2.3	PARÂMETROS DOS REGISTROS.....	22
2.3.1	Análise.....	22
2.3.2	Aquisição.....	23
2.4	ESTÍMULOS DE FALA NO REGISTRO DO PEAC.....	24
2.4.1	Aplicações clínicas dos estímulos de fala.....	24
2.4.2	Influência dos diferentes estímulos de fala.....	26
2.4.3	Estímulo de fala /ma/.....	28
3	MÉTODO	31
3.1	DESENHO DO ESTUDO.....	31
3.2	POPULAÇÃO DO ESTUDO.....	31
3.3	MÉTODO DE COLETA DE DADOS.....	31
3.4	MÉTODO DE PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS.....	33
4	RESULTADOS	35
4.1	ARTIGO - CORTICAL AUDITORY EVOKED	

POTENTIALS USING THE SPEECH STIMULUS /MA/.....	35
CONCLUSÃO.....	59
REFERÊNCIAS.....	60
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	70
ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA.....	71
ANEXO B – NORMAS DO PERIÓDICO INTERNATIONAL JOURNAL OF AUDIOLOGY.....	76

1 INTRODUÇÃO

Os Potenciais Evocados Auditivos (PEA) referem-se às mudanças de atividades elétricas ao longo da via auditiva, desde a orelha interna até o córtex auditivo cerebral, em resposta ao estímulo acústico (FIGUEIREDO e CASTRO, 2002). Frequentemente, o tempo de resposta da via auditiva ao estímulo, classifica os potenciais em curta, média e longa latência (LEGATT, 2015).

Os potenciais registrados mais tardiamente da via auditiva, os chamados Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL), foram os primeiros PEA descritos por Davis et al. (1939), com provável origem no córtex cerebral. Dentre esses potenciais, podemos encontrar os Potenciais Evocados Auditivos Corticais (PEAC) (PRAKASH et al. 2016).

As respostas do PEAC acontecem por meio de diferentes tipos de estímulos, como o clique, tons puros e sons de fala (SMALL et al. 2018), que são capazes de gerar processamentos acústicos distintos, com padrões de latência e amplitude diferentes (OPPTIZ et al. 2015). Para a escolha dos estímulos com sons de fala, os parâmetros temporais e/ou espectrais devem ser considerados, por seus contrastes (KIM et al. 2012).

A discriminação com diferentes consoante-vogais é normalmente utilizada para evocar os potenciais auditivos (PICTON, 2013), sendo constantemente encontrado o uso de /da/ como estímulo (ALVARENGA et al. 2013; MASSA et al. 2011; OPPTIZ et al. 2015; VICENTE, 2014). No entanto, a sílaba /ma/ demonstrou-se especialmente interessante por seu contexto de aprendizagem na primeira infância.

Segundo a teoria gerativista, a aquisição da fala é motivada pela percepção acústica, que possui vários traços fonêmicos distintivos (LEE, 2017). Dentre os fonemas que aparecem como um dos primeiros adquiridos pelos bebês, o labial /ma/ influenciado por sua formação mais robusta do traço /m/, enquanto o /d/ encontra-se em uma posição menos robusta (CLEMENTS, 2009), leva-o a ser o mais ouvido e treinado na primeira infância, dando origem a forma de nomear a mãe, através do “mama” (JAKOBSON, 1972 [1941]).

Na teoria emergentista, o reforço da repetição do fonema na primeira infância contribui para sua consolidação na memória (VIHMAN, 2009), sendo confirmado pela teoria conexionista, que revela que o reforço das respostas através das

experiências, gera mudanças graduais na força das redes de conexões neurais, que se consolidam (FINGER, 2007).

Considerando que diferentes regiões neurais são ativadas com os sons de fala (PRAKASH et al. 2016) e o fato da percepção de fala ser a função social mais relevante do sistema auditivo, percebe-se a importância da testagem de novos estímulos, como o /ma/.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Comparar as respostas do PEAC entre o estímulo de fala /ma/ e o estímulo de fala /da/ em adultos jovens normo-ouvintes.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar latência e a amplitude do complexo P1- N1 - P2 - N2 - P3 com o estímulo de fala /da/ em adultos jovens normo-ouvintes.
- Caracterizar latência e a amplitude do complexo P1- N1 - P2 - N2 - P3 com o estímulo de fala /ma/ em adultos jovens normo-ouvintes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO

2.1.1 Conceito

O Potencial Evocado (PE) é uma resposta complexa que representa a atividade neural gerada em diferentes sítios anatômicos (HOOD, 1998), que ocorrem após uma estimulação sensorial ao longo do sistema nervoso periférico e central (SCHOCHAT, 2004). Quando o potencial é formado em decorrência de um estímulo acústico recebe o nome de potencial evocado auditivo (CASALI, 2010).

Lean et al. (2011) definem os potenciais evocados auditivos como respostas eletrofisiológicas registradas a partir de uma atividade elétrica ao longo da via auditiva, desde a orelha interna até o córtex auditivo cerebral, decorrentes de um estímulo ou evento acústico. Assim, eles possibilitam avaliar o sistema auditivo por inteiro, desde a área periférica, como na eletrococleografia, até a área mais central, onde se encontram os potenciais evocados auditivos de longa latência (DUARTE et al. 2009).

2.1.2 Classificação dos PEA

Os PEA podem ser classificados de acordo com o (1) tempo de resposta para o estímulo gerar a atividade neuroelétrica (mais frequente), (2) origem anatômica, de acordo com o sítio gerador da atividade neuroelétrica, (3) relação entre o estímulo e a resposta, como transitória/contínua x endógena/exógena, e (4) posicionamento dos eletrodos, campo próximo ou distante (MATAS e MAGLIARO, 2015).

2.1.2.1 Quanto ao tempo

Classificação mais frequente do PEA se dá pela latência, ou seja, quanto ao tempo de resposta ao estímulo (CASALI, 2010; PICTON, 2013), por este motivo vamos expor melhor seu histórico.

Sabe-se que a atividade elétrica neural provocada pela estimulação acústica pode ser captada em vários níveis da via auditiva, de acordo com o tempo de resposta em milissegundos (ms), o que permite classifica-los em três grupos: curta latência (até 10 ms), média latência (10 a 50 ms) e longa latência (maior que 50 ms),

podendo ser usadas como ferramentas para diagnóstico audiológico e neurológico, bem como em algumas delas em casos de monitoramento cirúrgico da integridade de orelha e vias auditivas infratentórias (LEGATT, 2015).

Segundo a American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) (1988) os potenciais evocados auditivos de curta latência representam respostas sensoriais ou neurais dos níveis mais baixos do sistema auditivo, que correspondem as áreas da ECochG e de audiometria com respostas evocadas de tronco cerebral (ABR). São populares na avaliação eletrofisiológica em casos de comprometimentos neurológicos e otológicos, por sua estabilidade e sensibilidade em identificar disfunções no sistema auditivo periférico e do tronco encefálico.

No fim da década de 1960, os potenciais evocados auditivos de média latência (PEAML) também foram conhecidos como respostas precoces. Somente posteriormente houve a descoberta do ABR e a terminologia foi modificada (GOULD e MENDEL, 1995). O PEAML é descrito como uma série de ondas positivas e negativas que são geradas por meio do registro eletroencefalográfico (CASTRO et al. 2015). Na utilidade clínica, podem ser usados na avaliação dos limiares auditivos por serem bastante sensíveis em detectar perdas de audição cocleares em adultos, e na avaliação de pacientes com transtornos do sistema auditivo supratentorial (LEGATT, 2015).

O potencial evocado auditivo de longa latência (PEALL) ou Resposta de Longa Latência (RLL) é o mais antigo, sendo o primeiro registrado em literatura, descrito como uma onda negativa seguida de uma positiva em torno de 90ms, observada inicialmente por Davis et al. (1939). Junto com o PEAML representam a atividade elétrica da via auditiva desde o tálamo até o córtex cerebral auditivo (FIGUEIREDO e CASTRO, 2002).

2.1.2.2 Quanto à origem anatômica

Classificação referente aos sítios geradores dos potenciais. Determinado pela origem, tais como na cóclea, nervo auditivo, tronco encefálico, dentro outros (MUNHOZ et al. 2000).

2.1.2.3 Quanto à relação entre o estímulo e a resposta

A classificação quanto à influência que sofrem as características extrínsecas e intrínsecas do estímulo, podem ser encontradas como exógenos e endógenos, respectivamente (MATAS et al. 2015).

O potencial é considerado exógeno quando relacionado com as características acústicas do estímulo externo que o eliciou. Porém, quando gerado em resposta a um evento interno, envolvendo a realização de uma tarefa cognitiva, de percepção ou atenção, recebe o nome de endógeno (CASALI, 2010; REIS e FRIZZO, 2015; SANJU e KUMAR, 2016). São conhecidos como potenciais exógenos os potenciais auditivos corticais, enquanto os potenciais endógenos são vistos como potenciais cognitivos (MELO et al. 2016).

Os PEA também podem ser classificados pela forma como respondem ao longo do tempo. Respostas transitórias são eliciadas por mudanças de estímulos, enquanto respostas contínuas (ou sustentadas) duram com a duração de um estímulo (PICTON, 2013).

2.1.2.4 Quanto ao posicionamento dos eletrodos

Existem duas modalidades nas quais os PE podem ser registrados: o registro próximo ao campo e o registro longe do campo. Quando os eletrodos são posicionados junto à fonte geradora do potencial, são considerados próximo ao campo (*near-field*). Quando o eletrodo de gravação é posicionado longe da fonte geradora do potencial, é considerado longe do campo (*far-field*) (McPHERSON, 1996).

2.2 POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO CORTICAL

2.2.1 Conceito

Os potenciais evocados auditivos corticais (PEAC) são descritos como uma série de ondas positivas e negativas (ZHANG, GONG e ZHANG, 2016), que fornecem dados objetivos em resposta a um estímulo acústica (MEHTA et al. 2017). As medidas de latência e amplitude são caracterizadas principalmente pelos

parâmetros acústicos do estímulo e pela integridade da vida auditiva primária (CONE-WESSON e WUNDERLICH, 2003).

Os PEAC incluem duas grandes classes de potenciais, os “obrigatórios ou exógenos” e “endógenos”. Os obrigatórios são respostas transitórias ao estímulo, enquanto os endógenos são incitados por um processo cognitivo (PRAKASH et al. 2016).

2.2.2 Componentes

Os principais componentes de resposta registrados desde a infância do PEAC são o complexo P1-N1-P2 (MEHTA et al. 2017). O potencial cortical maduro revela quatro picos característicos: (P1) uma deflexão positiva em torno de 50 ms, (N1) é uma deflexão negativa por volta de 100 ms, (P2) é uma segunda deflexão positiva em torno de 150 ms e (N2) uma segunda deflexão negativa centrada em 200 ms (FITZROY et al. 2015).

De acordo com Prakash et al. (2016), os PEAC obrigatórios são formadas por uma série de picos positivos e negativos, P1-N1-P2-N2, com latências em 60 a 80 ms, 90 a 100 ms, 100 a 160 ms e 180 a 200 ms, respectivamente. Os potenciais predominantes exógenos são os picos P1, N1 e P2, enquanto o N2 é misto, por sofrer alterações por fatores intrínsecos como atenção e sono, sendo o pico P1 é gerado por projeções talâmicas no córtex auditivo. Já no córtex auditivo supratemporal lateral frontal e no sistema polissensorial inespecífico são responsáveis por gerar o potencial P2. O pico N2 tem sua geração no córtex supratemporal e no sistema polissensorial não específico.

Os PEAC exógenos podem sofrer influência por fatores de estímulo, por serem respostas transitórias a estímulos externos. Dentre os parâmetros de estímulo que influenciam as características do PEAC incluem a taxa de apresentação (SHARMA et al. 2007), duração do estímulo (BEUKES, MUNRO e PURDY, 2009), nível de estímulo (PURDY et al. 2013) e tipo de som da fala (KUMAR et al. 2011) ou frequência de estímulo tonal (BERTOLI, PROBST e BODMER, 2011).

Acredita-se que os componentes do potencial cortical tenham origem pós-sináptica que surgem da atividade de diferentes geradores neurais do sistema auditivo (WYSS et al., 2014). Apesar dos sítios geradores do complexo de componentes P1, N1, P2 e N2 não estarem bem definidos, crê-se que o P1 esteja envolvido em projeções talâmicas e em atividades do córtex auditivo primário, o N1 com o córtex auditivo supratemporal, o P2 com córtex auditivo frontolateral supralateral e o N2 com córtex auditivo supratemporal (MATAS et al. 2015; MCPHERSON, 1996).

Outros autores acreditam que a origem neural do componente P1 seja principalmente na porção lateral do giro de Heschl (LIÉGEOIS-CHAUVEL et al., 1994; FITZROY et al. 2015), e N1 no córtex auditivo primário e secundário (SCARFF et al. 2004, WYSS et al. 2014). Apesar dos picos P2 e N2 terem origens neurais menos compreendidas, pressupõe-se que P2 tenha aporte de regiões primárias corticais auditivas, bem como no sistema de ativação reticular (CROWLEY e COLRAIN, 2004; WYSS et al. 2014), e N2 em múltiplos gerados ao longo do tronco cerebral, regiões auditivas corticais e talâmicas (MAHAJAN e McARTHUR, 2012; FITZROY et al. 2015).

Kim et al. (2012) acreditam que o complexo N1-P2 reflete a ativação neural sincrônica das estruturas do segmento tálamo-cortical do Sistema Nervoso Central (SNC).

Em continuação da sequência dos potenciais corticais P1-N1-P2-N2, existe o P3 (LEGATT, 2015). O P3 tem sido associado a processos de atenção, avaliação, categorização, decisão e memória. Para sua formação é proposto que, após o processamento sensorial inicial, existe uma comparação do estímulo recebido com a representação neural prévia armazenada na memória de trabalho (POLICH, 2007).

Geralmente, o P3 gerado na forma passiva, denominado P3a, ocorre entre 220 ms a 280 ms, com origem mais frontal e fronto-central (SQUIRES et al. 1975), e está associado ao processamento relacionado à atenção, e a novos estímulos (POLICH, 2013).

2.2.3 Desenvolvimento das ondas

As respostas no PEAC podem ser observadas desde o nascimento, revelando o desenvolvimento do sistema auditivo central e a organização dos geradores corticais, sejam por estímulos complexos (sílabas) e/ou tons puros (MELO et al. 2016).

Os potenciais corticais sofrem um efeito de maturação diferenciado. No decorrer da idade os padrões dos picos do PEAC mudam como consequência da maturação das redes neurais, como vias talamocorticais e corticocorticais, córtex auditivo primário e áreas associadas (SMALL et al. 2018).

Nos bebês, o pico N1 negativo não aparece devido à maturação. Apresenta apenas a onda P1, inicialmente com latência de até 300 ms ao nascer, vindo a diminuir para ao passar dos anos, com a estimulação sonora (VAN DUN, KANIA e DILON, 2016).

É possível identificar nas crianças os componentes exógenos P1, N1, P2 que representam a capacidade cortical de detecção ao som, pelo fato de não dependerem da atenção ao estímulo acústico durante a avaliação (SLEIFER, 2014; DIDONÉ, GARCIA e SILVEIRA, 2014).

A partir dos quatro anos as morfologias das ondas começam a ser definidas (TAYLOR, BATTY e ITIER, 2004). O desenvolvimento das camadas corticais passa por diferentes estágios até aproximadamente os 12 anos de idade (KERR et al. 2010).

Na adolescência, o aumento da mielinização e o aperfeiçoamento das vias neurais através da poda sináptica, ocasionam mudanças substanciais na estrutura e função do cérebro. Essa neuroplasticidade também modifica o sistema auditivo, podendo ser acompanhada por meio das respostas eletrofisiológicas ao som, o amadurecimento auditivo no tronco encefálico e no córtex (FITZROY et al. 2015).

Os componentes do PEAC alteram suas respostas de latência e amplitude ao longo da adolescência. O pico P1 fica adiantado e menor, o pico N1 fica adiantado e maior, e o pico N2 fica menor (MAHAJAN e McARTHUR, 2012).

Na fase adulta jovem, o aumento na latência de P3 é bastante relatado (KERR et al. 2010). O N2 apresenta tendências semelhantes à latência de P3, embora frequentemente menor em amplitude (JOHNSTONE et al. 1996; BAHRAMALI et al. 1999). Com respostas similares, N1 e P2 também mostram uma tendência a aumento de latência com a idade, apesar de menor (ALBRECHT, SUCHODOLETZ e UWER, 2000; PONTON et al. 2002).

É comum observar uma diminuição na amplitude do P3 até $-0,2$ microvolts(μ V) por ano em adultos (DUJARDIN et al. 1993) e um aumento na amplitude do P2 alvo de até $0,5$ μ V por ano em crianças (JOHNSTONE et al. 1996).

Para adultos, acredita-se que o pico P1 revele o processamento pré-perceptivo inicial das características acústicas, enquanto N1 seja correlacionado a detecção do som, mostrando sensibilidade as suas características iniciais. No P2 existe a hipótese de surgir em reflexo das propriedades refinadas do estímulo em vez das propriedades de início, como tom, fala versus não fala, falante familiar versus não familiar (SMALL et al. 2018).

De acordo com o desenvolvimento e o processo natural do envelhecimento do organismo, diversas modificações acontecem ao longo das estruturas auditivas (MATAS et al. 2006), que podem estar ligadas a mudanças da anatomia e fisiologia do cérebro (KERR et al. 2010).

2.3 PARÂMETROS DOS REGISTROS

2.3.1 Análise

Para a análise das respostas do PEAC, observamos algumas medidas como morfologia, latência e amplitude das ondas.

De acordo com Bidelman (2015) a morfologia das respostas dos PEAC consiste em uma série de deflexões de voltagem obrigatórias, ou “ondas”. Este parâmetro observa a aparência geral da forma da onda, que depende da idade, estado de sono, atenção, estímulo, parâmetros de apresentação, e posição de registro do eletrodo. Contudo, de forma adicional, com referência a qualidade do

registro, devido não ser utilizada como parâmetro de normalidade (VAN DU, CARTER e DILLON, 2012).

A latência é um dos parâmetros mais importantes de análise dos PEA (MUNHOZ et al. 2000). É definida de acordo com o tempo necessário para o estímulo auditivo gerar a mudança neuroelétrica, medida em milissegundos (MATAS e MAGLIARO, 2015).

Na medida de amplitude, é outro parâmetro importante na avaliação dos potenciais evocados auditivos. É definida como a diferença entre a tensão inicial a linha de base pré-estímulo até o maior pico da onda, medida em microvolt (POLICH, 2007).

2.3.2 Aquisição

Para realizar o registro dos potenciais evocados auditivos, é necessária a conexão do paciente ao equipamento, através de eletrodos que conduzem a potência da fonte biológica, conectado ao pré-amplificador (REIS e FRIZZO, 2015).

Os eletrodos devem ser posicionados de acordo com o tipo de potencial a ser investigado, obedecendo aos padrões do sistema internacional 10/20 (JARPER, 1958), com posicionamento ideal para observação das amplitudes a fixação no vértex, linha mediana da cabeça. Variações para regiões frontais e occipitais demonstraram menores amplitudes dos picos (MCPHERSON, BALLACHANDA e KAF, 2008). Também podendo ser captados através de regiões como lobos temporal (T3, T4) e central (C3, C4), próximas ao córtex auditivo (REIS e FRIZZO, 2015).

As respostas captadas precisam passar por um processo de filtragem e amplificação, para em seguida serem separadas dos artefatos e somadas, para assim, serem visualizadas em formas de picos no computador (MATAS e MAGLIARO, 2015).

Para obter bons registros, durante a aquisição dos registros do PEAC, algumas variáveis precisam ser controladas, como o estado de sono, que podem levar a baixa reprodutibilidade e atenuação da amplitude dos potenciais (VENTURA,

ALVARENGA e COSTA FILHO, 2009), descrito fator determinante para alguns autores (MARTIN et al. 1988; MUELLER et al. 2008).

Outro cuidado necessário e com a limpeza de pele. É essencial a remoção de possíveis camadas de gordura, que funciona como um isolante elétrico e dificultam a visibilidade das respostas, sendo recomendado o uso da pasta abrasiva.

A aplicação de pasta eletrolítica entre o eletrodo e a pele do paciente, facilita a transmissão das respostas com a diminuída impedância de contato (HOOD, 1998).

Em crianças o uso de eletrodos menores é necessário devido o tamanho reduzido do crânio, lóbulos e conduto, locais. Podem ser utilizados, também, para facilitar a captação das respostas, materiais que possam auxiliar durante a colocação dos eletrodos, tais como fita métrica, lápis para marcar a pele e prendedores para dividir o cabelo (REIS e FRIZZO, 2015).

Outra recomendação é o controle dos artefatos, gerados pelos movimentos dos olhos durante a captação do potencial auditivo, a fim de eliminar a subjetividade da análise (VENTURA, ALVARENGA e COSTA FILHO, 2009).

2.4 ESTÍMULOS DE FALA NO REGISTRO DO PEAC

2.4.1 Aplicações clínicas dos estímulos de fala

O uso da fala para evocar os PEAC são distintamente interessantes pela função social que a percepção da fala representa para o sistema auditivo (DIGESER, WOHLBEREDT e HOPPE, 2009).

Diferentes aplicações clínicas são propostas por diferentes autores, como na investigação da percepção de fala a nível cortical em crianças com audição normal, bem como com perda auditiva (por exemplo, PURDY et al. 2005; GOLDING et al. 2007; MARTIN et al. 2008), sem a necessidade da participação da criança no processo de aquisição das respostas.

A presença de respostas do PEAC em crianças fornece a premissa que o sinal apresentado está sendo detectado em nível de córtex auditivo (SMALL et al. 2018). Outro fator importante, é que os potenciais evocados por estímulo de fala colaboram na identificação dos sinais verbais que não estão sendo codificados, servindo de apoio na conduta terapêutica de acompanhamento e reabilitação (MASSA et al. 2011; MARTIN, TREMBLAY e KORCZACK, 2008).

A avaliação das próteses auditivas em bebês é cercada de desafios para os fonoaudiólogos, devido o processo tradicional ocorrer de modo subjetivo, por meio de respostas comportamentais ao som. Assim, informações objetivas adicionais se tornam necessárias para melhor adaptação.

O PEAC tem sido considerado uma técnica de resposta objetiva mais adequada para avaliar a audibilidade da fala amplificada de prótese auditiva em bebês. PEAC de fala para crianças: (1) podem utilizar estímulos com características acústicas mais relevantes para detecção e percepção da fala, (2) pode ser avaliada a integridade da via de resposta até o córtex, se correlacionando melhor a percepção, (3) existe a possibilidade de se obter respostas, mesmo diante de casos de desordem do espectro de neuropatia auditiva, com PEATE ausente (PUNCH et al. 2016).

Assim, os sons de fala no PEAC vêm se tornando uma ferramenta bastante promissora para prever limiares comportamentais e aprovisiona informações para adaptação de próteses auditivas (SMALL et al. 2018). Carter et al. (2010) sugeriram como possibilidade de avaliação clínica do PEAC, o uso na verificação de acessórios para aparelhos de amplificação sonora individual de bebês, com presença indicando ganho suficiente para evocar uma resposta aos *tokens* de fala apresentados.

Além das crianças, o uso do PEAC tem sido bastante útil em adultos. Barlow et al. (2016), utilizaram estímulos de fala natural para avaliar os resultados de curta duração do treinamento auditivo na melhora da percepção da fala no ruído em adultos com implante coclear, obtendo resultados significativos.

Bishop (2013) sugere que os PEAC avaliam de modo objetivo os benefícios do treinamento auditivo com a menor influência de fatores não auditivos, como a motivação. Apesar dos PEAC não serem fundamentais na observação dos efeitos

do treinamento auditivo, eles são essenciais para determinar ocorrência de mudanças neurofisiológicas associadas ao treinamento (SHARMA, PURDY e KELLY, 2014).

Outra utilidade descrita por Van Dun, Kania e Dilon (2016), foi para pacientes usuários de próteses auditivas, no qual realizaram um estudo com adultos com perda auditiva, com média de idade de 32 anos, com o objetivo de investigar os efeitos da relação sinal-ruído do estímulo e da audibilidade na amplitude do PEAC. Utilizaram três estímulos de fala /m/, /g/ e /t/ em campo livre, apresentados a 55, 65 e 75 dB NPS. Os resultados mostraram que as amplitudes do PEAC aumentaram significativamente com o ganho da prótese auditiva nos participantes com deficiência auditiva, associado ao aumento da audibilidade que a amplificação causou.

Além disso, os PEAC são úteis na investigação do processamento auditivo ou temporal (PICTON, 2013; TOMLIN e RANCE, 2016), aumento do *loudness* a níveis confortáveis (HOPPE et al. 2001) e o efeito do envelhecimento (BIDELMAN et al. 2014), visto que durante ao envelhecer mudanças temporais e espectrais da fala ocorrem com o declínio relacionado ao processamento auditivo central e a sincronia neural (KIM et al. 2012).

Tremblay, Billings e Rohila (2004) relataram que as latências de N1 e P2 se mostraram prolongadas em idosos em resposta ao estímulo de fala quando comparado com adultos jovens, se revelando sensível em identificar alterações referentes à atividade neural sincrônica à compreensão a fala.

2.4.2 Influência dos diferentes estímulos de fala

Diferentes tipos de estímulos de fala podem ser utilizados para eliciar os PEAC, e através das suas características individuais, exibir diferentes resultados.

É importante ressaltar a escolha do estímulo. Sabe-se que a fala humana é composta por diferentes parâmetros temporais ou espectrais. Essas diferenças acústicas, por sua vez, são usadas como contrastes para evocar diferentes respostas do PEAC, podendo ser uma diferença de início da voz ou de local de articulação (KIM et al. 2012).

Como exemplo, Cone e Whitaker (2013) relataram diferenças topográficas e morfológicas no PEAC de recém-nascidos, reflexo da diferença do local de articulação das consoantes (/da/ versus /ba/) e tempo de início da voz (/ta/ versus /da/ versus /ba/), respectivamente. Henkin et al. (2014) relatam que as características da voz são processadas adicionalmente à análise verbal implícita em andamento.

Alvarenga et al. (2013) relatam que existem indícios que consoantes e vogais são processadas de forma distinta pelo sistema auditivo central. No estudo de Perez et al. (2013) com ratos, foram observados que consoantes e vogais possuem diferentes representações no cérebro, por meio da comparação de respostas comportamentais a nível de colículo inferior e córtex auditivo primário.

Na literatura é vista que a percepção das consoantes dá-se por meio de eventos acústicos transitórios, que podem ser identificados de modo fragmentado (SILVA et al. 2017; ORDUNÃ et al. 2012) e também através de análise minuciosa das características de cada fonema e suas propriedades acústicas distintas (BURGESS e LONIGAN, 1998).

Como exemplo, o estudo de Ostroff, Martin, e Boothroyd (1998) investiga a formação nos potenciais corticais da consoante-vogal [sei], através das respostas dos seus constituintes [s] e [ei], individualmente. Os resultados mostraram que o primeiro pico positivo de [sei] parece ser composto por uma combinação de P2 de [s] com P1 de [ei], e o seu segundo pico positivo composto por P2 de [ei], com influência de [s].

Observa-se que a resposta do N1 se torna muito pequena quando o intervalo entre os estímulos de fala diminuem, quando a diferença de frequência entre os estímulos se torna menor que alguns semitons, e quando o sujeito não atende aos estímulos individuais, bem como, quanto menor a amplitude do N1 maior será as chances dos estímulos serem percebidos como agrupados (PICTON, 2013).

Muitos estudos vêm usando com frequência o estímulo /da/ como estímulo contraste na pesquisa dos potenciais evocados auditivos corticais (como exemplo, ALVARENGA et al. 2013; MASSA et al. 2011; OPPTIZ et al. 2015; VICENTE, 2014).

Atualmente, com o avanço da tecnologia, existe a possibilidade de avaliar vários outros estímulos. A sílaba /ma/ demonstrou-se especialmente interessante por seu fundamento histórico fonético e fonológico, descrito abaixo.

2.4.3 Estímulo de fala /ma/

Algumas teorias explicam as diferenças existentes na percepção acústica entre os estímulos. Abordaremos neste tópico alguns aspectos importantes fonéticos e fonológicos sobre a teoria gerativista, a teoria emergentista e conexionista, que explicam a aquisição e percepção dos fonemas.

Teoria Gerativista

Esta teoria aborda o universal linguístico, que através dela se busca explicar a existência de uma universalidade na aquisição da linguagem independente da língua materna (LAZZAROTTO-VOLCÃO, 2010). Ou seja, desde o nascimento, os seres humanos possuem uma disposição inata, específica para a linguagem, chamada de Gramática Universal, responsável por guiar o processo de aquisição da linguagem da criança, através da sua interação com o ambiente linguístico que ela se encontra (CHOMSKY, 1957, 1965, 1968, 1975, 1986).

Seguindo a linha gerativista, Clements (2009) propôs que as crianças possuem princípios determinantes na aquisição do seu sistema linguístico, baseados em uma hierarquia universal de traços, com nível de escala de robustez. Traços mais robustos ficam no topo da escala e são adquiridos primeiros, enquanto com os traços contrastantes em posição inferior são adquiridos mais tarde.

Analisando o traço labial /m/, sua posição pertence ao topo da escala de robustez, como um dos traços contrastantes mais robustos, enquanto o traço +- voz /d/ se encontra em posição mais baixa na hierarquia, como menos robusto (LAZZAROTTO-VOLCÃO, 2010). Logo, levando a acreditar que o /m/ é aprendido primeiro que o /d/ e por isso seria um som mais ouvido e treinado ao longo do tempo.

Jakobson 1972 [1941] propõe uma visão de linha mais estruturalista sobre a aquisição dos traços fonêmicos, ocorrendo através de oposições de contrastes máximos. O primeiro contraste máximo adquirido seria a abertura e o fechamento que ocorre na produção de uma sílaba consoante vogal (CV). Sendo, representante de um contraste máximo de fechamento uma consoante labial (como o /m/), e de abertura a vogal /a/.

Assim, o fonema labial /ma/, na maioria das línguas, aparece com frequência como um dos primeiros fonemas adquiridos pelos bebês. Originando, por esta razão, a forma de nomear a mãe, posterior à “mama”.

Teoria Emergentista

Para melhor descrever os mecanismos de aprendizagem, Vihman e Boysson-Bardies (1994) relatam que as palavras que os bebês escutam com maior frequência, correlacionam-se com a produção da primeira palavra. Ou seja, os sons repetidos na escuta passiva fazem-se familiares e obtêm destaque no registro de memória ganham mais robustez do que os sons desconhecidos (FENNELL e WERKER, 2003).

Dessa forma, o fonema /ma/ ganha consolidação. DePaolis (2006) acrescenta que a primeira consoante se torna um guia especial para a aquisição de novas palavras, isto é, a partir da primeira consoante adquirida se desenvolve com mais facilidade outras palavras, acompanhando o desenvolvimento cognitivo.

Silva e Gomes (2017), relatam a existência no modelo dos exemplares a premissa que as experiências com o uso da língua influenciam nas representações mentais, como por exemplo, os sons da palavra [mãe]. A sua produção e percepção é constituída por feixe de exemplares que atribuem informações linguísticas e não linguísticas a memória, considerando informações articulatórias, acústicas e parâmetros sociais, detalhados, que serão acessadas ao longo da vida.

À medida que as representações linguísticas são acessadas na memória, todas as informações que permeiam aqueles dados são armazenadas. De acordo com acesso, ocorre uma sobreposição das informações já contidas nos exemplares linguísticos guardados, garantindo o ganho de um maior na força lexical. Contudo,

aqueles exemplares pouco acessados, por falta de reforço tendem a desaparecer no léxico no indivíduo (BYBEE, 2013). Dessa maneira revela a importância do reforço das palavras, e os estímulos que o contornam para sua consolidação na memória.

Teoria Conexionista

De acordo com Finger (2007), com o avanço da neurociência e da computação, novos pensamentos surgiram na área linguística, chamado de conexionismo. Essa teoria aborda o funcionamento do cérebro humano no estudo da aprendizagem da linguagem, sendo considerado um modelo clássico de investigação em cognição humana.

Sabe-se através da abordagem conexionista, que a mente humana constantemente busca criar laços de associação entre os elementos, para criar ligações. Quanto mais fortes essas associações, maiores serão as redes de conexões no cérebro.

Para análise do fonema /ma/, baseado na teoria, sugere que a informação sobre um sinal *input* (ou memória) de eventos passados é compartilhado através de redes de neurônios e conexões, e ocasiona o processamento da informação a nível central, que por sua vez, atinge a aprendizagem, e modifica a influência nos pesos das conexões entre os neurônios. Podemos assim refletir, que o reforço às respostas através das experiências, gera mudanças graduais na força das redes de conexões neurais, que se consolidam.

Assim, com a experiência adquirida através da interação com o ambiente, tendem a ativar as redes e disseminar padrões semelhantes (DINSMORE, 1992).

3 MÉTODO

O protocolo desta pesquisa está baseado na Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde - CNS para estudos com seres humanos e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Pernambuco, com o seguinte número de parecer: 2.767.511, em 12 de julho de 2018.

3.1 DESENHO DO ESTUDO

O presente estudo, de caráter transversal, observacional e analítico, foi realizado no Laboratório de Audiologia do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, no período de 07/18 a 12/18.

3.2 POPULAÇÃO DO ESTUDO

A amostra foi formada por 19 participantes adultos jovens, de ambos os sexos, selecionados por demanda espontânea após divulgação do laboratório de pesquisa através de anúncios na universidade e em suas redes sociais.

Foram adotados como critérios de inclusão: idade entre 18 e 25 anos; limiares auditivos dentro dos limites da normalidade (até 25 dB NA) nas frequências com relações de oitavas entre 250 Hz a 8000 Hz, incluindo as interoitavas de 3000 Hz e 6000 Hz; medidas de imitância acústica dentro da normalidade, com timpanograma curva tipo “A” e presença de reflexos acústicos ipsi e contralaterais; valores absolutos e de interpicos das latências do PEATE dentro da normalidade para o estímulo clique; e teste Avaliação Cognitiva Montreal (MoCA) igual ou maior a 26 pontos.

Foram excluídos do estudo os participantes com presença de queixas (autorrelato) de alterações do processamento auditivo, e de outro tipo de distúrbio associado; alterações cognitivas; e histórico de infecções recorrentes de orelha média e externa.

3.3 MÉTODO DE COLETA DE DADOS

Para início do estudo, foi explicado oralmente o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A), contendo todos os procedimentos a serem realizados na pesquisa, e em seguida todos os participantes cientes assinaram.

Como medida de pré-coleta, foram realizados os seguintes procedimentos:

A inspeção do conduto auditivo externo, para verificar a integridade do conduto e da membrana timpânica em ambas as orelhas e descartar possíveis alterações de orelha externa e média que pudessem impossibilitar a realização dos exames audiológicos. O otoscópio utilizado foi da marca Welch Allyn.

Em seguida foi aplicado o teste de MoCA para descartar a possibilidade de deficiências cognitivas leves. O escore total foi de 30 pontos; sendo o escore de 26 ou mais considerado normal.

Para o exame de Imitanciometria, foi utilizado o equipamento da marca Interacoustics, modelo AT235, com padrão de normalidade curva do tipo A (referência de pico de admitância: 0,3 a 1,6ml e pico de pressão: -100 a +100 daPa) e reflexos acústicos presentes, de acordo com a classificação de Jerger, Jerger e Muldin (1972), com o objetivo de avaliar o sistema tímpano-ossicular e a via do reflexo do estapédio, de forma rápida e objetiva das duas orelhas.

Como continuidade da pesquisa, foi realizado o exame de audiometria tonal e vocal (LRF e IPRF), com o equipamento da marca Interacoustics, modelo AD229b, fone de ouvido TDH, calibrados dentro das normas legais da American National Standards Institute - ANSI. O objetivo foi verificar os limiares auditivos tonais e vocais dentro da normalidade. Para obtenção dos limiares tonais foi utilizado o método psicoacústico clássico dos limites, através da técnica descendente, com intervalos de 10 dB e a técnica ascendente com intervalos de 5 dB, para definir a intensidade no som percebido em 50% das apresentações. Foram avaliadas as frequências de oitavas entre 250 Hz a 8000 Hz, incluindo as frequências interoitavas de 3000 Hz e 6000 Hz.

Após os exames básicos da audição foi realizado o exame do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico – PEATE clique, que teve por finalidade a observação da integridade de via auditiva até nível de tronco encefálico, a fim evitar distorções nos resultados no PEAC. O equipamento utilizado nos exames eletrofisiológicos foi da marca Intelligent Hearing Systems - IHS, modelo Opti-Amp 8008. Na execução do exame o voluntário foi colocado dentro de uma cabine

acusticamente tratada, confortavelmente sentado em poltrona reclinável, sem efeito de nenhum tipo de sedação, somente com os olhos fechados, em sala silenciosa. Para preparar a região da pele para colocação dos eletrodos foi necessário esfoliação com gaze embebida de álcool a 70% e pasta abrasiva da marca NUPREP. Os eletrodos foram em formato côncavo de ouro, sob a pele em Cz/A1-2 (vértex/lóbulo de orelha direita-esquerda), com eletrodo terra em Fpz (fronte) e impedância inferior a 5K ohms. Os estímulos foram cliques, polaridade rarefeita e condensação, fones de inserção modelo Ear Tone 3A, intensidade de 80 dB NAn e velocidade de 27.7 e/s, para identificação dos valores absolutos das ondas: I, III e V; e latências interpicos: I-III, III-V, e I-V.

Após as medidas de pré-coleta, foram realizados os dois procedimentos testes de PEAC com pares de estímulos de fala *ba/ x /da/* e */ba/ x /ma/*, em modo aleatório.

Para captar as respostas dos PEAC, o voluntário permaneceu na cabine com a mesma colocação de eletrodos e equipamento do exame anterior (PEATE). Foi-lhe solicitado que assistisse a um filme legendado, por meio de um tablet, no modo silencioso. Os estímulos foram monoaurais, apresentados somente em orelha direita, de forma randômica na proporção de 50% para os dois pares de estímulos apresentados de um total de 100 estímulos, registrados numa janela de 500 ms com filtragem passa banda de 1-30 Hz, amplificação de 25.000x, polaridade alternada e taxa de estimulação de 0.7 estímulos por segundo, gravados num tempo máximo de até 100 ms.

Os estímulos de fala foram extraídos de fala natural, com vozes femininas fluidas de duração de 180 ms gravados a 70 dB NPS Pe, extraídos de uma porção estável da emissão, desenvolvidos no Laboratório de Avaliação Objetiva da Audição da Universidade Estadual Paulista (UNESP) em parceria com o Laboratório de Tecnologia e Audição da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL) gravados no Praat® (Versão 4.2.31), em 48 kHz e 16 bits, posteriormente gravados em formato wave para a inserção do estímulo no Software do equipamento.

3.4 MÉTODO DE PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram tabulados e processados pelo aplicativo para microcomputador SPSS versão 21.0. Para a análise dos dados lançou-se mão da

apresentação tabular e gráfica, das médias, dos desvios-padrões, dos percentis e dos testes de hipóteses.

Após os dados obtidos serem caracterizados com a utilização de técnicas de estatística descritiva, aplicou-se o teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov para avaliar a normalidade das distribuições das variáveis. Foi utilizado também, o teste de T de Student para dados emparelhados com o objetivo de observar as diferenças entre as repostas evocadas com os estímulos propostos, para as variáveis com distribuição normal. Os valores foram considerados significativos para p menor que 0,05 ($p < 0,05$).

4 RESULTADO

Os resultados do estudo originaram um artigo científico original, que foi submetido à revista *International Journal of Audiology*:

4.1 ARTIGO: CORTICAL AUDITORY EVOKED POTENTIALS USING THE SPEECH STIMULUS /MA/

Cortical auditory evoked potentials using the speech stimulus /ma/

Ysa Karen dos Santos Macambira^a, Pedro de Lemos Menezes^b, Ana Claudia Figueiredo Frizzo^c, Silvana Maria Sobral Griz^a, Denise Costa Menezes^a, Karina Paes Advíncula^a

a Federal University of Pernambuco – UFPE, Recife, Pernambuco, Brazil

b State University of Health Science of Alagoas – UNCISAL and CESMAC University Center, Maceió, Alagoas, Brazil.

c Júlio de Mesquita Filho State University of São Paulo– UNESP, Marília, São Paulo, Brazil.

Corresponding author:

Ysa Karen dos Santos Macambira

Departamento de Pós-graduação em Saúde da Comunicação Humana, Universidade Federal de Pernambuco. Av. Prof. Moraes Rego, nº1235, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil.

CEP: 50670-901. Telefone: +55 86 99949-3624.

Email: ysakaren@gmail.com.

Cortical auditory evoked potentials using the speech stimulus /ma/

Objective: To compare the cortical auditory evoked potential responses elicited by the speech stimuli /ma/ and /da/ in normal-hearing young adults. Design: The sample consisted of 19 young adult participants, aged 18 to 25 years, of both sexes, with normal hearing. Tests of the cortical auditory evoked potential were carried out with the speech stimuli /ba/ x /da/ and /ba/ x /ma/, with natural fluent feminine voices, monaurally, in a random way, in the ratio of 50% for the two presented stimuli of a total of 100 stimuli, in the intensity of 70 dB SPL. Results: Lower latencies were found for all components of the P1, N1, P2, N2 and P3 complex ($p < 0.05$) when evoked by the /ma/ stimulus. There were no significant differences in the amplitude measures between the /da/ and /ma/ stimuli. Conclusion: The cortical auditory evoked potentials elicited by the speech /ma/ stimulus presented lower latency responses for P1-N1-P2-N2 and P3 when compared to the speech stimulus /da/.

Keywords: Electrophysiology; Auditory Evoked Potentials; Speech therapy.

Introduction

Auditory Evoked Potentials (AEP) are electrophysiological responses registered from changes in electrical activity along the auditory pathway, from the inner ear to the cerebral auditory cortex, resulting from a sound stimulus or event (Lean et al. 2011).

Among the AEP, we find the cortical auditory evoked potentials (CAEP) formed by a series of positive and negative peaks. P1, N1 and P2 are predominant exogenous potentials,

while N2 is a mixed peak; they present latencies around 60 to 80 ms, 90 to 100 ms, 100 to 160 ms and 180 to 200 ms, respectively (Prakash et al. 2016).

In the sequence of acquisition of potentials, there is the peak P3 (Legatt 2015). For the formation of P3, it is proposed that after the initial sensory processing, there is a comparison of the received stimulus with the previous neural representation stored in the working memory (Polich 2007).

Generally, passively generated P3 occurs between 220 ms to 280 ms, with a more frontal and frontal-central origin (Squires et al. 1975), and is associated with processing related to attention to new stimuli (Polich 2013).

In order to elicit CAEP responses, several types of stimuli can be used, such as click, pure tones, or speech sounds (Small et al. 2018). The use of different stimuli results, in general, in different acoustic processes, inferring in latency and amplitude patterns (Opptiz et al. 2015).

The sounds of human speech have different temporal and/or spectral parameters that are used as contrasts to evoke CAEP responses, which may be a difference in the beginning of the voice or articulation site, such as /ta/ x /da/ and /da/ x /ba/, respectively (Kim et al. 2012).

Discrimination of consonants is commonly used to elicit AEP (Picton 2013), and the syllable /da/ is frequently used as a contrasting stimulus (e.g., Alvarenga et al. 2013; Massa et al. 2011; Opptiz et al. 2015; Vicente 2014).

However, the syllable /ma/ was especially interesting for its learning context in early childhood. According to the generative theory, there is universality in acquisition of language uncoupled with the source language. One of the phonemes that is often one of the earliest acquired by infants is the /ma/, which implies that this is the most heard and trained phoneme

(Jakobson, 1972 [1941]). We can also see in the emergent theory that repetition of a phoneme in early childhood contributes to its consolidation in memory (Vihman 2009).

Considering that different neural regions are activated with speech sounds (Prakash et al. 2016) and the fact that speech perception is the most relevant social function of the auditory system, the testing of new stimuli such as /ma/ is important. Thus, the aim of the study was to compare the CAEP responses elicited by the speech stimuli /ma/ and /da/ in normal-hearing young adults.

Materials and Methods

The protocol of this research is based on Resolution n° 466/2012 of the National Health Council of the Ministry of Health - MOH for studies with human beings and was approved by the Research Ethics Committee of a public University of the state of Pernambuco, under Opinion n° 2,767,511, on 12 July 2018.

The present cross-sectional, observational and analytical study was carried out at a public university in the state of Pernambuco, Brazil, with a sample of 19 young adult participants of both sexes selected through spontaneous search after dissemination.

The following inclusion criteria were adopted: age between 18 and 25 years; auditory thresholds within the limits of normality (up to 25 dB AL) in frequencies with octave ratios between 250 and 8000 Hz, including inter-octaves of 3000 and 6000 Hz; acoustic immittance measures within normality, with type "A" tympanogram and presence of ipsilateral and contralateral acoustic reflexes; absolute and inter-peak values of brainstem auditory evoked potential (BAEP) latencies within normality for the click stimulus; and Montreal Cognitive Assessment (MoCA) equal to or greater than 26 points.

Participants with complaints of changes in auditory processing and other associated disorders; cognitive alterations; and history of recurrent middle and outer ear infections were excluded from the study.

Data collection procedures

At the beginning of the study, the Informed Consent Form was orally explained to the participants, and after being aware of the procedures, they were asked to sign it.

As a pre-collection measure, the following procedures were performed:

Inspection of the external auditory canal, application of the MoCA test to rule out the possibility of slight cognitive deficiencies, immittance testing, tonal and vocal audiometry, and evaluation of BAEP for the click stimulus.

After the pre-collection measures, two CAEP assessments were carried out, one with the pair of speech stimuli /ba/ x /da/ and the other with the pair /ba/ x /ma/. The order of the assessments was randomized and the procedures are described below.

To capture the CAEP responses, the volunteer remained in an acoustically treated booth, sitting comfortably in a recliner. The person was asked to watch a movie with subtitles on a tablet, in silent mode. The equipment model used was Opti-Amp 8008 from Intelligent Hearing Systems (IHS). The electrodes had a concave gold-plated contact area, placed under the skin in Cz/A1-2 (vertex/right-left earlobe), with earth electrode in Fpz (forehead). The stimuli were monoaural, presented only to the right ear, randomly in the proportion of 50% for the two presented stimuli out of a total of 100 stimuli, registered in a window of 500 ms, with band pass filter of 1-30 Hz, amplification of 25,000 x, with alternating polarity and

stimulation rate of 0.7 stimuli per second. Speech stimuli were presented in the intensity of 70 dB SPL.

The stimuli were natural speech, with fluid female voices lasting 180 ms recorded at 70 dB SPL, extracted from a stable portion of the emission, in the Praat® (Version 4.2.31), at 48 kHz and 16 bits, later recorded in wav format for the insertion of the stimulus in the Software. Temporal and frequency domain representations can be found in Figure 2.

Data analysis

The data were tabulated and processed by the SPSS microcomputer application version 23.0. Tabular and graphical presentations, means, standard deviations, and the hypothesis tests were used to analyze the data.

After characterization of the obtained data through descriptive statistical techniques, the Kolmogorov-Smirnov test was applied to check the normality of the distributions of the variables. We also used the Student's t-test for paired data to compare the differences between the responses evoked by the proposed stimuli, in the case of variables with normal distribution. Values were considered significant when $p < 0.05$.

Results

The sample consisted of 19 participants, 13 (68%) of the female gender and 06 (32%) of the male gender, with ages ranging from 18 to 25 years (mean 22.60 years and standard deviation 1.79) and prevalence of right cerebral dominance, containing 18 (90%) in total. The scores in the MoCA test varied from 26 to 30 points (mean 27.50 points and standard deviation 1.19).

As for the educational level of the participants, 03 (16%) had already completed higher education, and 16 (84%) were undergraduate students.

With respect to BAEP, mean values of 1.65 (standard deviation 0.11), 3.85 (standard deviation 0.15), and 5.76 (standard deviation 0.2) were found for waves I, III and V, respectively.

The distribution of the mean tonal auditory thresholds by frequency is shown in Graph 1. In the vocal evaluation, speech recognition thresholds had a mean of 18.75 dB AL (standard deviation 0.71) in the right ear, and 16.19 dB AL (standard deviation 0.97) in the left ear, with presence of 100% in the vocal discrimination percentage.

The normality of the samples, regardless of sex, was checked using the Kolmogorov-Smirnov test, and the results were homogeneous and normal. Thus, the parametric Student's t-test was used in the analyses for the paired comparisons.

Graph 2 shows the P1-N1-P2-N2-P3 complexes, comparing /ba/(1) (test performed with /ba/ and /da/) and /ba/(2) (test performed with /ba/ and /ma/). In Graph 3, the same complex can be observed, but evoked by the stimuli /da/ and /ma/. The results express the mean values found and their respective standard deviations.

As shown in Graph 2, there were no significant differences in the latencies and amplitudes between /ba/(1) and /ba/(2), per analyzed peak (P1, N1, P2, N2 and P3), and the values were greater than 0.05.

It is observed in Graph 3 that, on average, all latencies were significantly lower for the peaks of the analyzed complex (P1, N1, P2, N2 and P3) when the potential in question was evoked by the /ma/ stimulus. It was also evident that there were no significant differences in

amplitude between the stimuli /da/ and /ma/. The p-values for each of the comparisons can be seen in Table 1 and Table 2.

Figure 1 shows the grand average of the cortical auditory evoked potentials elicited by the phonemes /da/ and /ma/.

Discussion

Discussion of methods

During the sample selection process, five incomplete records were excluded in view of the need for paired data. This need is due to the fact that cortical sensory processing, even for identical stimuli, has a large variability among normal subjects (Wagner et al. 2016) and is under the possible influence of sex and age (McPherson 1996).

Participants who failed to complete all the stimuli of the CAEP test in a single session were eliminated due to the possibility of changes in the P2 component. Ross and Tremblay (2009) and Tremblay et al. (2014) suggest that mere exposure to a stimulus during baseline EEG recording sessions, even in the absence of training, could contribute to increased P2 amplitude. For this reason, the pairs were also randomized.

In order to compare the two stimuli, /da/ and /ma/, we chose /ba/ as the second control stimulus, in order to evaluate the behavior of the two phonemes of interest under conditions of equal interactions. It was seen that the phoneme /ba/ presented in both situations (/ba/ (1) and /da/ and /ba/ (2) and /ma/) did not lead to significantly different results, only in the stimuli of interest (/da/ and /ma/) (Table 1 and 2), indicating that the testing conditions were the same and the real differences were physiological.

In the CAEP assessment, the chosen proportion of presentation of stimuli was 50% for each, out of a total of 100. Stimuli with equal frequency rates suggest a better visibility for the individual characteristics of each stimulus, without the attentional effect directed to one of the presented stimuli (rare), as reported by Morlet et al. (2017) in the traditional oddball paradigm.

Discussion of the results

In the CAEP, latency and amplitude measures are mainly characterized by the acoustic parameters of the stimulus and by the integrity of the primary auditory pathway (Cone-Wesson and Wunderlich 2003).

The latency values of the P1, N1, P2, N2 and P3 CAEP components corroborated with values reported in the literature, with P1 between 54-75 ms, N1 between 80 and 150 ms, P2 between 145 and 200 ms, N2 between 180 to 250 ms (Hall 2006; McPherson 1996) and P3 between 220 to 350 ms (Polich, Howard, and Starr 1985). However, the amplitude values found were smaller. Machado, Carvalho and Silva (2009) report some factors that may influence this variation of amplitude, such as body temperature, time of day, food intake shortly before the examination, seasons, and even personality factors.

Latency makes it possible to observe the influence of the time of perception of the stimulus (Advíncula 2004). It was seen in the present study that the stimulus /ma/ presented a shorter perception time, revealed by the CAEP latency responses that were, in average, lower, when compared to the /da/ stimulus, for all components.

In order to better explain the results, the linguistic bases that permeate the stimuli have to be understood. For example, the generative theory explains that speech is considered a

sequence of a set of distinctive features, and the phonological processes involved in its acquisition are motivated by acoustic perception (Lee 2017). According to this approach, the existence of an innate mechanism responsible for the acquisition of language, denominated Universal Grammar, is presupposed. This mechanism is responsible for guiding the process of acquisition of language in children, through its interaction with the linguistic environment in which they are inserted, a fact explained by Chomsky (1986).

Within this generative context, Clements (2009) proposed principles that determine the constitution of linguistic systems, such as the scale of robustness, which reveals that there is a universal hierarchy of features where the contrasts of higher features are acquired earlier than the lower contrasts.

In analysis, the labial feature /m/ belongs to the top of the robustness scale, as one of the most robust contrasting features, while the + - voice feature /d/ occupies a lower position in the hierarchy, as less robust (Lazarotto-Volcão 2010). Thus, /m/ is learned first than /d/ and for this reason it is a more heard and trained sound.

When we take the example of the /ma/ phoneme, in most languages, this phoneme most often appears as one of the earliest acquired by infants. For this reason, the form of naming the mother originated, because babies begin saying "mama", because it is easier to acquire these sounds (Jakobson 1972 [1941]). Furthermore, the syllable is reinforced along early childhood, in a repeated way (Vihman 2009).

Ross and Tremblay (2009) reported that repeatedly introduced auditory stimuli can affect how sound is processed in the brain of the listener and thus modify the auditory evoked responses. In line with this, Cheour et al. (2002) and Trainor, Lee, and Bosnyak (2011) showed that the capacity for cortical discrimination early in childhood is increased by simple passive sound exposure.

Thus, it was seen in the present study that when the P3 component was evoked by /ma/, it presented lower latency when compared to /da/. This result may be related to the processing of the acoustic characteristics of the sound of /ma/ with models learned in memory, after the comparison of the received stimulus with the previously stored neural representation (Polich 2007).

In fact, one of the functions of the working memory is to compare the "new" information that is arriving in our brain by the sensory (auditory) pathways with old information, which is consolidated and stored in long-term memory, acquired since childhood (Andrade, Santos, and Bueno 2004).

Swink and Stuart (2012) say that the latency of P3 increases according to the difficulty of discrimination of the stimulus. This indicates that the phoneme /ma/ demonstrated better discrimination, due to its lower latency. The event may be associated with the ease of identifying "familiar" sounds present in memory. This was also observed in the lower latency of N2, whose latency value showed the same positive correlation with the difficulty of discriminating the speech contrast of P3 (Novak et al. 1990). It is known that the N2 component is mixed, linked to the processing of identification and attention to the stimulus.

The other component evoked by the CAEP responses are the P1-N1-P2 wave complex. In the results of the study, the mean latencies of /ma/ were smaller when compared to /da/, as occurred with N2 and P3.

P1 is the first positive peak of the complex; it is believed that it reflects the control of the auditory information passed on to the auditory cortex (Alho et al. 1994). In turn, N1 reveals the detection of acoustic changes (Ostroff, Martin, and Boothroyd 1998) and P2 demonstrates auditory processing beyond sensation (Crowley and Colrain 2004).

The results of the present study showed that the /ma/ and /da/ stimuli were acoustically processed in different ways. The perception of the consonants occurs through transient acoustic events, which can be separately perceived (Ordunã et al. 2012), that is to say, the acoustic analysis occurs meticulously according to the distinct characteristics of each phoneme (Burgess and Lonigan 1998).

The studies of Tremblay, Piskosz, and Souza (2002, 2003) reported that the P1-N1-P2 complex reflect the neural representation of perceptually relevant temporal clues, such as changes in voice start time. Thus, when evoked by different stimuli, as in the present study, the P1-N1-P2 wave complex reacts in a very distinct way, indicating this complex is highly dependent on the physical properties of the stimulus that is used to evoke it.

Speech-elicited CAEP surveys are especially interesting because speech perception is the most important social function of the auditory system (Digeser, Wohlberedt, and Hoppe 2009). Clinical applications with speech stimuli have already been proposed for various uses, such as shown in Tremblay et al. (2006) for acoustic verification of amplification in hearing aids, and by Tremblay et al. (2001) in the results of auditory training. Thus, the discovery of more sensitive responses to stimuli, which do not require the active participation of the investigated subject, calls for further studies on the phoneme /ma/ in other populations such as children, and using new components of CAEP.

Conclusion

Cortical auditory evoked potentials elicited by the speech stimulus /ma/ had, on average, lower latency peaks of P1-N1-P2-N2 and P3 when compared to the speech stimulus /da/.

Acknowledgements

We thank the Department of Speech-Language Pathology and the Graduate program in Human Communication Health of the Federal University of Pernambuco for granting permission to use the equipment of the audiology laboratory, which were fundamental to the accomplishment of this study, produced during a master's thesis. We also thank the volunteers who were essential to carry out the study.

Our sincere gratitude to the study partnership with the State University of Health Science of Alagoas and the Júlio de Mesquita Filho State University of São Paulo.

Disclosure Statement

There was no conflict of interest between the authors.

References

- Advíncula, K. P. 2004. “Estudo dos potenciais evocados auditivos de longa latência em crianças com desvios fonológicos”. Dissertação de Mestrado. Recife: Universidade Católica de Pernambuco.
- Alho, K., W. Teder, J. Lavikainen, R. Näätänen. 1994. “Strongly focused attention and auditory event-related potentials”. *Biol Psychol.* 38 (1):73-90. doi: 10.1016/0301-0511(94)90050-7.
- Alvarenga, K. F., L. C. Vicente, R. C. F. Lopes, R. A. Silva, M. R. Banhara, A. C. Lopes, L. C. B. Jacob-Corteletti. 2013. “The influence of speech stimuli contrast in cortical auditory evoked potentials”. *Braz. J otorhinolaryngol* 79 (3):336-341. doi: 10.5935/1808-8694.20130059.

- Andrade, V. M., F. H. Santos, O. F. A. Bueno. 2004. *Neuropsicologia hoje*. São Paulo, São Paulo: Artes Médicas.
- Burgess, S. R., and C. J. Lonigan. 1998. “Bidirectional relations of phonological sensitivity and prereading abilities: evidence from a preschool sample”. *J Exp Child Psychol*. 70 (2):117-41. doi: 10.1006/jecp.1998.2450.
- Cheour, M., O. Martynova, R. Näätänen, R. Erkkola, M. Sillanpää, P. Kero, A. Raz, et al. 2002. “Speech sounds learned by sleeping newborns”. *Nature* 415 (6872):599-600. doi: 10.1038/415599b.
- Chomsky, N. 1986. *Knowledge of language: Its nature, origin and use*. New York: Praeger.
- Clements, G. N. 2009. Phonological Feature. In *Contemporary Views on Architecture and Representations in Phonology*. Cambridge: MIT Press.
- Cone-Wesson, B., and J. Wunderlich. 2003. “Auditory evoked potentials from the cortex: Auditory applications”. *Otolaryngology & Head and Neck Surgery* 11 (5):372–377. doi: 10.1097/00020840-200310000-00011.
- Crowley, K.E., and I. M. Colrain. 2004. “A review of the evidence for P2 being an independent component process: age, sleep and modality”. *Clin Neurophysiol* 115 (4):732-44. doi: 10.1016/j.clinph.2003.11.021.
- Digester, F.M., T. Wohlberedt, and U. Hoppe. 2009. “Contribution of Spectrotemporal Features on Auditory Event-Related Potentials Elicited by Consonant-Vowel Syllables”. *Ear Hear* 30 (6):704-12. doi: 10.1097/AUD.0b013e3181b1d42d.
- Hall, J. 2006. *New Handbook of auditory evoked responses*. Boston: Allyn & Bacon.
- Jakobson, R. 1972 [1941]. *Child language, aphasia and phonological universals*. Paris: Mouton.
- Kim, J.R., S. Y. Ahn, S. W. Jeong, L. S. Kim, J. S. Park, S. H. Chung, M.K. Oh. 2012. “Cortical auditory evoked potential in aging: effects of stimulus intensity and noise”. *Otol Neurotol* 33 (7): 1105-12. doi: 10.1097/MAO.0b013e3182659b1e.
- Lazzarotto-Volcão, C. 2010. “Uma proposta de Escala de Robustez para a aquisição fonológica do PB”. *Letrônica* 3 (1): 62-80.

- Lean, Y., F. Shan, Q. Xuemei, S. Xiaojiang. 2011. "Effects of mental workload on long-latency auditory-evoked-potential, salivary cortisol, and immunoglobulin A". *Neuroscience Letters* 491 (1):31-24. doi: 10.1016/j.neulet.2011.01.002.
- Lee, S. H. 2017. "Fonologia Gerativa. Fonologia, fonologias: uma introdução". In *Dermeval da Hora, Carmem Lúcia Matzenauer*. São Paulo: Contexto.
- Legatt, A. D. 2015. "Electrophysiologic auditory tests". *Handb Clin Neurol* (129):289-311. doi: 10.1016/B978-0-444-62630-1.00017-2.
- Machado, C. S. S., A. C. O. Carvalho, and P. L. G. Silva. 2009. "Caracterização da normalidade do P300 em adultos jovens". *Revista sociedade brasileira de fonoaudiologia* 14 (1):83-90. doi: 10.1590/S1516-80342009000100014.
- Massa, C.G.P., C. M. Rabelo, C. G. Matas, E. Schochat, A. G. Samelli. 2011. "P300 with verbal and nonverbal stimuli in normal hearing adults". *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology* 77 (6):686-90. doi: 10.1590/S1808-86942011000600002.
- McPherson, D. L. 1996. Late potentials of the auditory system. San Diego: Singular Publishing Group.
- Morlet, D., P. Rubi, N. André-Obadia, C. Fischer. 2017. "The auditory oddball paradigm revised to improve bedside detection of consciousness in behaviorally unresponsive patients". *Psychophysiology* 54 (11):1644-1662. doi: 10.1111/psyp.12954.
- Novak, G. P., W. Ritter, H. G. Vaughan Jr, M. L. Wiznitzer. 1990. "Differentiation of negative event-related potentials in an auditory discrimination task". *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 75 (4):255-75. doi: 10.1016/0013-4694(90)90105-S.
- Oppitz, S.J., D. D. Didonea, D. D. Silva, M. Gois, J. Folgareini, G. C. Ferreira, M. V. Garcia. 2015. "Long-latency auditory evoked potentials with verbal and nonverbal stimuli". *Braz J Otorhinolaryngol* 81 (6):647-52. doi: 10.1016/j.bjorl.2014.10.005.
- Ordunã, I., E. H. Liu, B. A. Church, A. C. Eddins, E. Mercado. 2012. "Evoked potential changes following discrimination learning involving complex sounds". *Clin Neurophysiol.* 123 (4):711-9. doi: 10.1016/j.clinph.2011.08.019.

- Ostroff, J.M., B. A. Martin, and A. Boothroyd. 1998. "Cortical evoked response to acoustic change within a syllable". *Ear Hear* 19 (4):290-7. doi: 10.1097/00003446-199808000-00004.
- Picton, T. 2013. "Hearing in time: evoked potential studies of temporal processing". *Ear Hear* 34 (4):385-401. doi: 10.1097/AUD.0b013e31827ada02.
- Polich, J. 2013. "Overview of P3a and P3b. In J. Polich". *Detection of change: Event-related potential and fMRI findings*. Boston, MA: Springer US. doi: 10.1007/978-1-4615-0294-4
- Polich J. 2007. "Updating P300: An integrative theory of P3a and P3b". *Clinical Neurophysiology* 118 (10):2128-2148. doi: 10.1016/j.clinph.2007.04.019.
- Polich, J., L. Howard, A. Starr. 1985. "Effects of age on the P300 component of the eventrelated potential from auditory stimuli: peak definition, variation, and measurement". *The Journals of Gerontology* 40 (6):721-726. doi: 10.1093/geronj/40.6.721.
- Prakash, H., A. Abraham, B. Rajashekar, K. Yerraguntla. 2016. "The Effect of Intensity on the Speech Evoked Auditory Late Latency Response in Normal Hearing Individuals". *J Int Adv Otol.* 12 (1):67-71. doi: 10.5152/iao.2016.1776.
- Ross, B., and K. Tremblay. 2009. "Stimulus experience modifies auditory neuromagnetic responses in young and older listeners". *Hear Res.* 248 (1-2):48-59. doi: 10.1016/j.heares.2008.11.012.
- Small, A. S., M. Sharma, M. Bradford, P. R. Mandikal Vasuki. 2018. "The Effect of Signal to Noise Ratio on Cortical Auditory-Evoked Potentials Elicited to Speech Stimuli in Infants and Adults With Normal Hearing". *Ear Hear* 39 (2):305-317. doi: 10.1097/AUD.0000000000000487.
- Squires, N. K., K. C. Squires, and S. A. Hillyard. 1975. "Two varieties of long-latency positive waves evoked by unpredictable auditory stimuli in man". *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 38 (4): 387-401. doi: 10.1016/0013-4694(75)90263-1.

- Swink, S., and A. Stuart. 2012. "Auditory long latency responses to tonal and speech stimuli". *J Speech Lang. Hear Res.* 55 (2):447-59. doi:10.1044/1092-4388(2011/10-0364).
- Trainor, L.J., K. Lee, and D. J. Bosnyak. 2011. "Cortical plasticity in 4-month-old infants: specific effects of experience with musical timbres". *Brain Topogr.* 24 (3-4):192-203. doi: 10.1007/s10548-011-0177-y.
- Tremblay, K. L., C. J. Billings, L. M. Friesen, P. E. Souza. 2006. "Neural representation of amplified speech sounds". *Ear Hear* 27 (2):93-103. doi: 10.1097/01.aud.0000202288.21315.bd.
- Tremblay, K. L., B. Ross, K. Inoue, K. McClannahan, G. Collet. 2014. "Is the auditory evoked P2 response a biomarker of learning?". *Front Syst Neurosci.* 20 (8):28. doi: 10.3389/fnsys.2014.00028.
- Tremblay, K. L., M. Piskosz, and P. Souza. 2002. "Aging alters the neural representation of speech-cues". *Neuroreport* 13 (15):1865-70. doi: 10.1097/00001756-200210280-00007.
- Tremblay, K. L., M. Piskosz, and P. Souza. 2003. "Effects of age and age-related hearing loss on the neural representation of speech cues". *Clin Neurophysiol* 114 (7):1332–1343. doi:10.1016/S1388-2457(03)00114-7.
- Tremblay, K. L., N. Kraus, T. McGee, C. Ponton, B. Otis. 2001. "Central auditory plasticity: Changes in the N1–P2 complex after speech-sound training". *Ear Hear* 22 (2):79-90. doi: 10.1097/00003446-200104000-00001.
- Vicente, L.C. 2014. Componente P1 do potencial evocado cortical nos primeiros meses de uso do implante coclear na Desordem do Espectro da Neuropatia Auditiva. *Dissertação de Mestrado*. Bauru: Universidade de São Paulo.
- Vihman M. 2009. "Word Learning and the Origins of Phonological Systems". In Foster-Cohen S. *Language Acquisition*. Palgrave Advances in Linguistics. London: Palgrave Macmillan. doi: 10.1057/9780230240780_2.
- Wagner, M., A. Roychoudhury, L. Campanelli, L. V. Shafer, B. Martin, M. Steinschneider. 2016. "Representation of spectro-temporal features of spoken words within the P1-N1-

P2 and T-complex of the auditory evoked potentials (AEP).” *Neuroscience Letters* 614:119-26. doi: 10.1016/j.neulet.2015.12.020.

Table 1 - Test for paired comparison of latencies

<i>Student's t-test</i>	
Variable	Sig. (p)
<i>/ba/ (1) x /ba/ (2)</i>	
P1	0.69
N1	0.14
P2	0.23
N2	0.39
P3	0.51
<i>/da/ x /ma/</i>	
P1	<0.01*
N1	<0.01*
P2	<0.01*
N2	<0.01*
P3	0.03*

*** Significant differences**

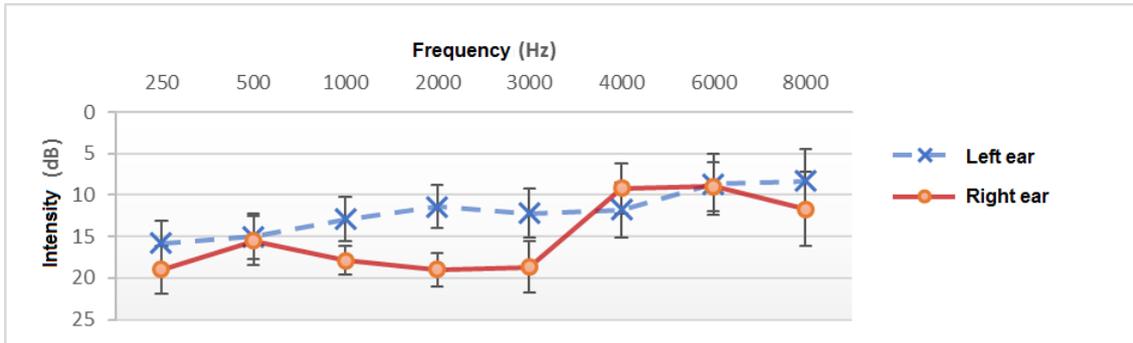
Source: Research Data

Table 2 - Test for paired comparison of amplitudes

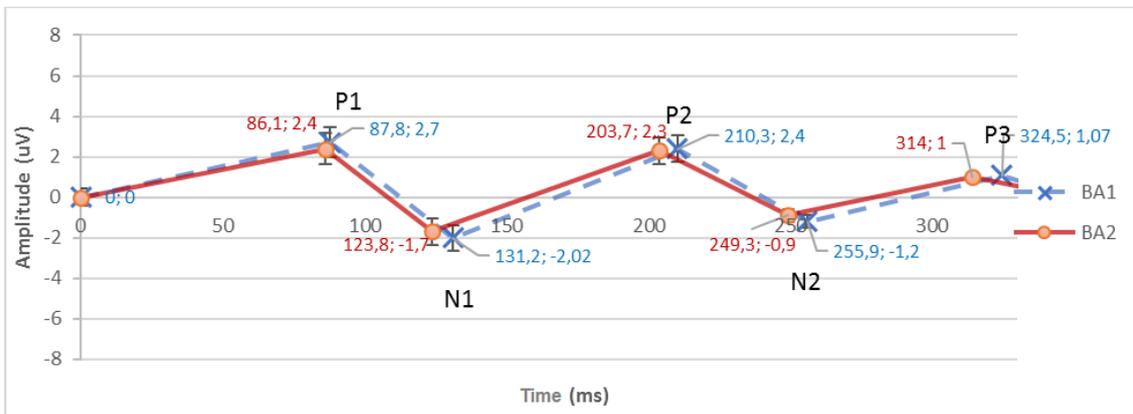
<i>Student's t-test</i>	
Variable	Sig. (p)
<i>/ba/ (1) x /ba/ (2)</i>	
P1	0.35
N1	0.45
P2	0.96
N2	0.68
P3	0.11
<i>/da/ x /ma/</i>	
P1	0.42
N1	0.07
P2	0.05
N2	0.13
P3	0.99

Source: Research Data

Graph 1. Profile of the average auditory thresholds, by frequency and by ears.

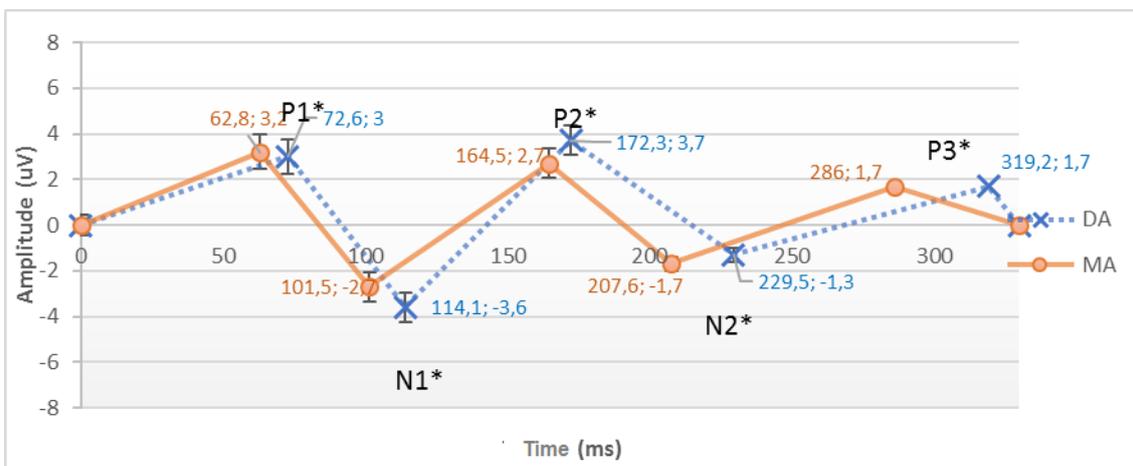


Graph 2. Latency and amplitude of the P1-N1-P2-N2-P3 Complex evoked by /ba/(1) and /ba/(2).



Peak latency (ms); amplitude (uV). There were no statistical differences between the stimuli.

Graph 3. Latency and amplitude of the P1-N1-P2-N2-P3 Complex evoked with /da/ and /ma/.



Peak latency (ms); amplitude (uV). * Significant differences between latencies.

Figure 1. Grand average of cortical auditory evoked potentials through the speech stimuli /da/ and /ma/.

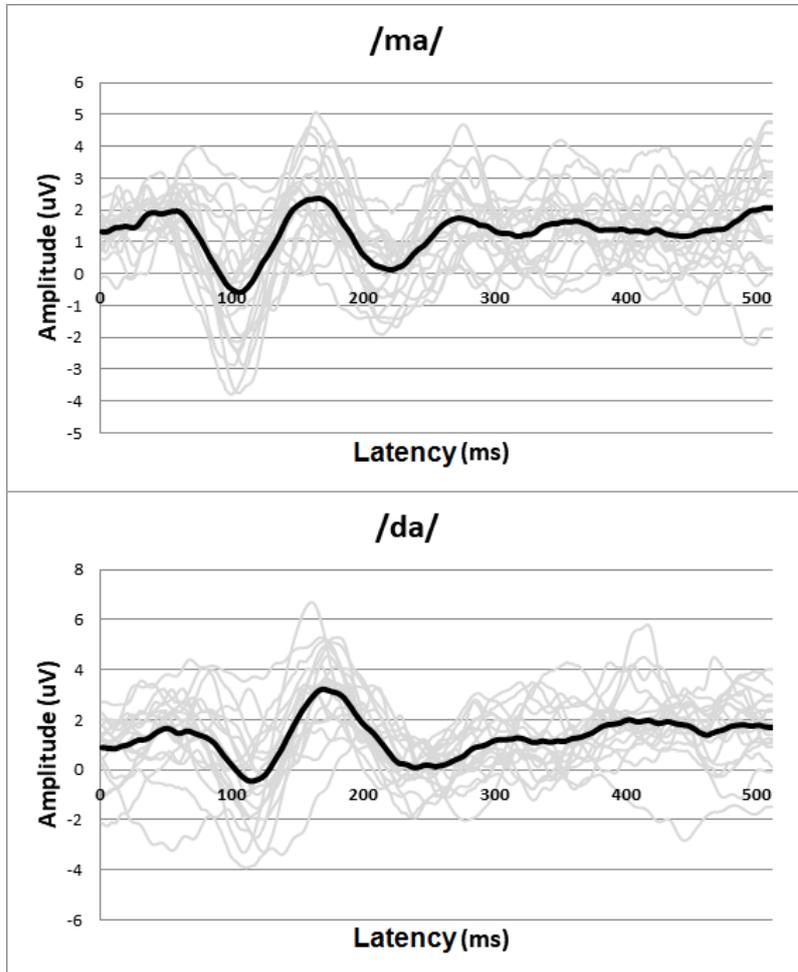
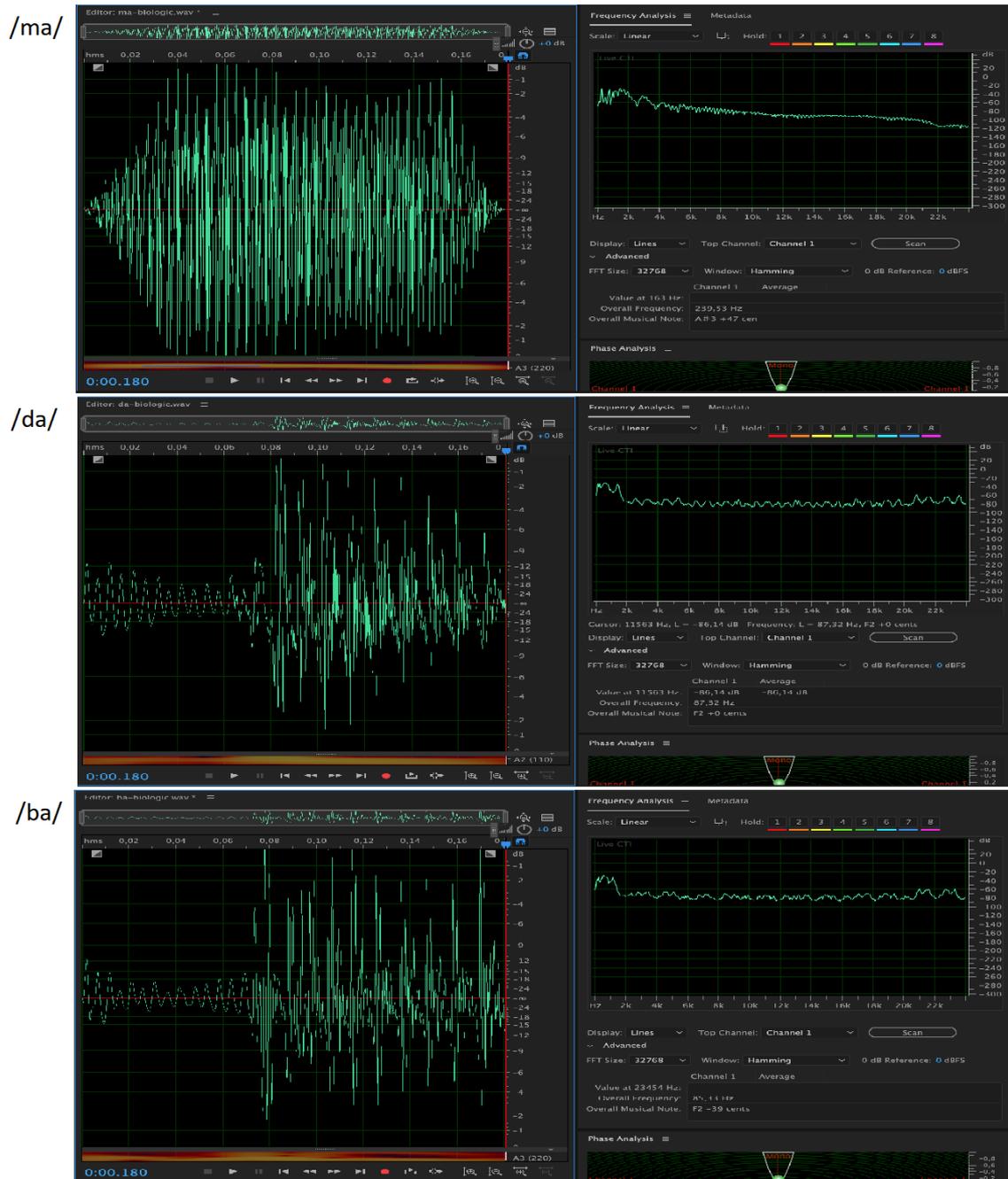


Figure 2. Temporal representations and in the domain of frequencies of the stimuli.



5 CONCLUSÃO

Os potenciais evocados auditivos corticais eliciados por meio do estímulo de fala /ma/ apresentaram, em média, picos menores de latência de P1-N1-P2-N2 e P3, quando comparado com o estímulo de fala /da/.

REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, R.; SUCHODOLETZ, W.V.; UWER, R. **The development of auditory evoked dipole source activity from childhood to adulthood**. Clin Neurophysiol, 111:2268–76, 2000.
- ALVARENGA, K.F.; VICENTE, L.C.; LOPES, R.C.F.; SILVA, R.A.; BANHARA, M.R.; LOPES, A.C.; JACOB-CORTELETTI, L.C.B. **The influence of speech stimuli contrast in cortical auditory evoked potentials**. Braz. J otorhinolaryngol, v.79, n.3, p.336-341, 2013.
- AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION - ASHA. **The short latency auditory evoked potentials**. Rockville, Maryland: ASHA, 1988.
- BAHRAMALI, H.; GORDON, E.; LAGOPOULOS, J.; LIM, C.L.; LI, W.; LESLIE, J. et al. **The effects of age on late components of the ERP and reaction time**. Exp Aging Res, 25:69–80, 1999.
- BARLOW, N.; PURDY, S.C1.; SHARMA, M.; GILES, E.; NARNE, V. **The Effect of Short-Term Auditory Training on Speech in Noise Perception and Cortical Auditory Evoked Potentials in Adults with Cochlear Implants**. Semin Hear. v.37, n.1, p.84-98, 2016.
- BERTOLI, S.; PROBST, R.; BODMER, D. **Late auditory evoked potentials in elderly long-term hearing-aid users with unilateral or bilateral fittings**. Hear Res. v. 280, p.58-69, 2011.
- BEUKES, E.W.; MUNRO, K.J.; PURDY, S.C. **Duration-sensitive neurons in the auditory cortex**. Neuroreport. v.20, p.1129-33, 2009.
- BIDELMAN, G.M. **Towards an optimal paradigm for simultaneously recording cortical and brainstem auditory evoked potentials**. J Neurosci Methods. Feb, v. 15, n.241, p.94-100, 2015.
- BIDELMAN, G.M.; VILLAFUERTE, J.W.; MORENO, S.; ALAIN, C. **Age-related changes in the subcortical-cortical encoding and categorical perception of speech**. Neurobiol Aging. v.35, n.11, p.2526–2540, 2014.
- BISHOP, D.V. **Research Review: Emanuel Miller Memorial Lecture 2012—neuroscientific studies of intervention for language impairment in children:**

interpretive and methodological problems. J Child Psychol Psychiatry. v.54, n.3, p.247–259, 2013.

BURGESS, S.R.; LONIGAN, C.J. **Bidirectional relations of phonological sensitivity and prereading abilities: evidence from a preschool sample.** J Exp Child Psychol;70(2):117-41, 1998.

BYBEE, J.L. **Usage-based theory and exemplar representations of constructions.** Org. Hoffmann, T.; Trousdale, G. The Oxford Handbook of Construction Grammar. Oxford University Press, 2013.

CARTER, L.; GOLDING, M.; DILLON, H.; SEYMOUR, J. **A detecção de potenciais evocados auditivos corticais (PEAP) em crianças usando técnicas de detecção estatística e visual.** J Am Acad Audiol. v. 21, n.5, p. 347-56, 2010.

CASALI, Raquel Leme. **Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico em Lactentes Termos e Prematuros.** Dissertação, Programa de Pós Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (FCM/UNICAMP), 2010.

CASTRO, S.R.R.C.; BARRETO, S.R.; MANCINI, P.C.; RESENDE, L.M. **Middle Latency Response (MLR) in Brazilian children and adolescents: systematic review.** Audiol Commun Res, v.20, n.4, p.384-91, 2015.

CHOMSKY, N. Syntactic structures. Paris, Mouton: The Hague, 1957.

_____. Aspects of the theory of syntax. Cambridge, MA: MIT Press, 1965.

_____. Language and mind. New York: Harcourt Brace Jovanovich, 1968.

_____. Recent contributions to the theory of innate ideas. In: S. STITCH (Ed.) Innate ideas. Berkeley, CA: California University Press, 1975.

_____. Knowledge of language: Its nature, origin and use. New York: Praeger, 1986.

CLARET, M. O Pensamento Vivo de Chaplin. São Paulo: Martin Claret, 1984.

CLEMENTS, G. N. Phonological Feature. In: RAIMY, Eric e CAIRNS, Charles E. **Contemporary Views on Architecture and Representations in Phonology**. Cambridge: MIT Press, 2009. p. 19-68. Publicado em 2005 no sítio <<http://nickclements.free.fr>>. Acesso dia 09 de janeiro de 2019.

CONE, B.; WHITAKER, R. **Dynamics of infant cortical auditory evoked potentials (CAEPs) for tone and speech tokens**. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. Jul, v.77, n.7, p.1162-73, 2013.

CONE-WESSON, B.; WUNDERLICH, J. **Auditory evoked potentials from the cortex: Auditory applications**. Otolaryngology & Head and Neck Surgery. V.11, n.5, p. 372–377, 2003.

CROWLEY, K.E.; COLRAIN, I.M. **A review of the evidence for P2 being an independent component process: age, sleep and modality**. Clin. Neurophysiol. v.115, p.732–744, 2004.

DAVIS, H.; DAVIS P.A.; LOOMIS, A.L.; HAVERVEY, P.N.; HOBART, G. **Electrical reactions of the human brain to auditory stimulation during sleep**. J. Neurophysiol, v.2, p.500-14, 1939.

DEPAOLIS, R.A. **The influence of production on the perception of speech**. Org. BAMMAN, D.; MAGNITSKAIA, T.; ZALLER, C. Proceedings of the 30th Boston University Conference on Language Development. Somerville, MA: Cascadilla Press, 2006.

DIDONÉ, D.D.; GARCIA, M.V.; SILVEIRA, A.F. **Potencial evocado auditivo de longa latência em recém-nascidos a termo e prematuros**. Int Arch Otorhinolaryngol. 18 (1): 16-20, 2014.

DIGESER, F.M.; WOHLBEREDT, T.; HOPPE, U. **Contribution of Spectrotemporal Features on Auditory Event-Related Potentials Elicited by Consonant-Vowel Syllables**. Ear Hear, v. 30, n.6, p.704-12, 2009.

DINSMORE, J. **Thunder in the gap**. Org. DINSMORE, J. The symbolic and connectionist paradigms: closing the gap. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, p.1-23, 1992.

DUARTE, J.L.; ALVARENGA, K.F.; BANHARA, M.R.; MELO, A.D.P.; SÁ, R.M.; COSTA, O.A. **Potencial evocado auditivo de longa latência-P300 em indivíduos**

normais: valor do registro simultâneo em Fz e Cz. Rev Bras Otorrinolaringol, v.75, n.2, p.231-6, 2009.

DUJARDIN, K.; DERAMBURE, P.; BOURRIEZ, J.L.; JACQUESSON, J.M.; GUIEU, J.D. **P300 component of the event-related potentials (ERP) during an attention task: effects of age, stimulus modality and event probability.** Int J Psychophysiol, v.14, pp. 255-267, 1993.

FENNELL, C.T.; WERKER, J.F. **Early word learners' ability to access phonetic detail in well-known words.** Language and Speech, v.46, p.245-264, 2003.

FIGUEIREDO, M.S.; CASTRO JÚNIOR, N.P. **Potenciais evocados auditivos precoces.** In: CAMPOS, A.A.H.; COSTA H.O.O.(Org.). Tratado de Otorrinolaringologia. São Paulo: Roca, cap.42, p. 522-9, 2002.

FINGER, I. **A abordagem conexionista de aquisição da linguagem.** Org. QUADROS, R.M; FINGER, I. Teorias de aquisição da linguagem. UFSC, p. 70-82, 2007.

FITZROY, A.B.; KRIZMAN, J.; TIERNEY, A.; AGOURIDOU, M.; KRAUS, N. **Longitudinal maturation of auditory cortical function during adolescence.** Front Hum Neurosci. v.20,n.9, p.530, 2015.

GOLDING, M.; PEARCE, W.; SEYMOUR, J.; COOPER, A.; CHING, T.; DILLON, H. **The relationship between obligatory cortical auditory evoked potentials (CAEPs) and functional measures in young infants.** J Am Acad Audiol, v.18, n.2, p.117-125, 2007.

GOULD, H.J.; MENDEL, M.I. **Auditory Evoked Responses.** In: GERBER, S.E. (Org). The handbook of pediatric audiology. Washington: Gallaudet University Press, cap. 07, p.145-172, 1995.

HENKIN, Y.; YAAR-SOFFER, Y.; STEINBERG, M.; MUCHNIK C. **Neural Correlates of Auditory-Cognitive Processing in Older Adult Cochlear Implant Recipients.** Audiol Neurotol. v.19, p.21-26, 2014.

HOOD, L.J. **Clinical Applications of the Auditory Brainstem Respons.** San Diego, Singular Publishing Group, cap. 07, p.145-172, 1998.

HOPPE, U.; ROSANOWSKI, F.; IRO, H.; EYSHOLDT, U. **Loudness perception and late auditory evoked potentials in adult cochlear implant users**. *Scand Audiol*. v.30, n.2, p.119–125, 2001.

JAKOBSON, R. **Child language, aphasia and phonological universals**. Paris: Mouton, 1972 [1941].

JASPER, H.H. **The Ten-Twenty Electrode System of the International Federation**. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, v.10, p.371-375. 1958.

JERGER, J.; JERGER, S.; MAULDIN, L. **Studies in impedance audiometry normal and sensorionueral ears**. *Arch Otolaringol*, v.96, p.513-23, 1972.

JOHNSTONE, S.J.; BARRY, R.J.; ANDERSON, J.W.; COYLE, S.F. **Age-related changes in child and adolescent event-related potential component morphology, amplitude and latency to standard and target stimuli in an auditory oddball task**. *Int J Psychophysiol*, 24:223–38, 1996.

KERR, C.C.; ALBADA, S.J.V.; RENNIE, C.J.; ROBINSON, P.A. **Age trends in auditory oddball evoked potentials via component scoring and deconvolution**. *Clinical Neurophysiology*, 121, 962–976, 2010.

KIM, J.R.; AHN, S.Y.; JEONG, S.W.; KIM, L.S.; PARK, J.S.; CHUNG, S.H.; OH, M.K. **Cortical auditory evoked potential in aging: effects of stimulus intensity and noise**. *Otol Neurotol*. Sep, v.33, n.7, p.1105-12, 2012.

KUMAR, K.; BHAT, J.S.; UDUPA, P.S.; D’COSTA, P.E. **Effect of click stimuli and speech bursts on cortical processing**. *Int J Med Eng Inform*. v.3, p.122, 2011.

LAZZAROTTO-VOLCÃO, C. **Uma proposta de Escala de Robustez para a aquisição fonológica do PB**. *Letrônica*, v.3, n.1, p.62-80, 2010.

LEAN, Y.; SHAN, F.; XU, M.; QI, X.; XIAOJIANG, S. **Effects of mental workload on long-latency auditory-evoked-potential, salivary cortisol, and immunoglobulin A**. *Neuroscience Letters*, v.491, n.1, pg. 31-24, 2011.

LEE, S.H. **Fonologia Gerativa**. Org. HORA, D.; MATZENAUER, C.L. *Fonologia, fonologias: uma introdução*. São Paulo: Contexto, 2017.

- LEGATT, A.D. **Electrophysiologic auditory tests**. In: CELESIA, G.G.; HICKOK, G. (Org.). *The Human Auditory System - Fundamental Organization and Clinical Disorders*. New York: Elsevier B.V, cap.17, p.289-311, 2015.
- LIÉGEOIS-CHAUVEL, C.; MUSOLINO, A.; BADIÉ, J.M.; MARQUIS, P.; CHAUVEL, P. **Evoked potentials recorded from the auditory cortex in man: evaluation and topography of the middle latency components**. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* v.92, p.204–214, 1994.
- MAHAJAN, Y.; McARTHUR, G. **Maturation of auditory event-related potentials across adolescence**. *Hear. Res.* v.294, n.1-2, p.82–94, 2012.
- MARTIN, B.A.; TREMBLAY, K.L.; KORCZACK, P. **Speech evoked potentials: from the laboratory to the clinic**. *Ear Hear.* v.29, n.3, p.285-313, 2008.
- MARTIN, L.; BARAJAS, J.J.; FERNANDEZ, R.; TORRES, E. **Auditory event-related potentials in well-characterized groups of children**. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* cap.71, p.375-81, 1988.
- MASSA, C.G.P.; RABELO, C.M.; MATAS, C.G.; SCHOCHAT, E.; SAMELLI, A.G. **P300 with verbal and nonverbal stimuli in normal hearing adults**. *Braz J Otorhinolaryngol.* v.77, n.6, p.686-90, 2011.
- MATAS, C.G.; MAGLIARO, F.C.L. **Potencial evocado auditivo de tronco encefálico**. In: BOÉCHAT, E.M.; MENEZES, P.L.; COUTO, C.M.; FRIZZO, A.C.F.; SCHARLACH, R.C.; ANASTACIO, A.R.T. *Tratado de Audiologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, cap.16, p. 118-125, 2015.
- MATAS, C.G.; SANTOS FILHA, V.A.V.; OKADA, M.M.C.P.; RESQUE, J.R. **Auditory evoked potentials in individuals over 50 years** (original title: Potenciais evocados auditivos em indivíduos acima de 50 anos de idade). *Pró-Fono Revista de Atualização Científica, Barueri (SP)*, v. 18, n. 3, p.277-284, set.- dez. 2006.
- MATAS, C.G.; SILVA, F.B.L.; CARRICO, B.; LEITE, R.A.; MAGLIARO, F.C.L. **Potenciais evocados auditivos de longa latência em campo sonoro em crianças audiológicamente normais**. *Audiol Commun Res.* v.20, n.4, p.305-12, 2015.
- MCPHERSON, D.L. **Late potentials of the auditory system**. San Diego: Singular; 1996.

MCPHERSON, D.L.; BALLACHANDA, B.B.; KAF, W. **Middle and Longa Latency evoked potentials.** In Roeser, RJ, Valente, M, DUNN, HH. Audiology: diagnosis. New York: Thieme, p.443-477, 2008.

MEHTA, K.; WATKIN, P.; BALDWIN, M.; MARRIAGE, J.; MAHON, M.; VICKERS, D. **Role of Cortical Auditory Evoked Potentials in Reducing the Age at Hearing Aid Fitting in Children With Hearing Loss Identified by Newborn Hearing Screening.** Trends Hear. v.21, p.1–16, 2017.

MELO, A.; BIAGGIO, E.P.V.; RECHIA, I.C.; SLEIFER, P. **Cortical auditory evoked potentials in full-term and preterm neonates.** CoDAS, v.28, n.5, p.491-496, 2016.

MUELLER, V.; BREHMER, Y.; OERTZEN, T.V.; LI, S.; LINDENBERGER, U. **Electrophysiological correlates of selective attention: a lifespan comparison.** Neuroscience, v.9, n.18, 2008.

MUNHOZ, M.S.L.; SILVA, M.L.G.; CAOVILO, H.H.; FRAZZA, M.M.; GANANÇA, M.G.; CÂMERA, J.L.Z. **Respostas auditivas de tronco encefálico.** In: MUNHOZ, M.S.L.; CAOVILO, H.H.; SILVA, M.L.G.; GANANÇA, M.M. Audiologia clínica. São Paulo: Atheneu, p. 191-220, 2000.

OPPITZ, S.J.; DIDONEA, D.D.; SILVA, D.D.; GOIS, M.; FOLGEA; FERREIRA, G.G.; GARCIA, M.V. **Long-latency auditory evoked potentials with verbal and nonverbal stimuli.** Braz J Otorhinolaryngol, v.81, n.6, p.647-52, 2015.

ORDUNÃ, I.; LIU, E.H.; CHURCH, B.A.; EDDINS, A.C. **Mercado E. Evoked potential changes following discrimination learning involving complex sounds.** Clin Neurophysiol;123(4):711-9, 2012.

OSTROFF, J.M.; MARTIN, B.A.; BOOTHROYD, A. **Cortical evoked response to acoustic change within a syllable.** Ear Hear, v.19, n.4, p.290-7, 1998.

PEREZ, C. A.; ENGINEER, C.T.; JAKKAMSETTI, V.; CARRAWAY, R.S.; PERRY, M.S.; KILGARD, M.P. **Different timescales for the neural coding of consonant and vowel sounds.** Cereb.Cortex, v.23, p. 670–683, 2013.

PICTON, T. **Hearing in time: evoked potential studies of temporal processing.** Ear Hear. v.34, n.4, p.385–401, 2013.

POLICH, J. **Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b.** Clin Neurophysiol, v.118, n.10, p.2128-48, 2007.

PONTON, C.; EGGERMONT, J.J.; KHOSLA, D.; KWONG, B.; DON, M. **Maturation of human central auditory system activity: separating auditory evoked potentials by dipole source modeling.** Clin Neurophysiol, 113:407–20, 2002.

PRAKASH, H.; ABRAHAM, A.; RAJASHEKAR, B.; YERRAGUNTLA, K. **The Effect of Intensity on the Speech Evoked Auditory Late Latency Response in Normal Hearing Individuals.** J Int Adv Otol. Apr, v.12, n.1, p.67-71, 2016.

PUNCH, S.; VAN DUN, B.; KING, A.; CARTER, L.; PEARCE, W. **Clinical Experience of Using Cortical Auditory Evoked Potentials in the Treatment of Infant Hearing Loss in Australia.** Semin Hear. Feb, v.37, n.1, p.36-52, 2016.

PURDY, C.S.; KATSCH, R.; DILLON, H.; STOREY, L.; SHARMA, M.; AGUNG, K. **Aided cortical auditory evoked potentials for hearing instrument evaluation in infants.** A Sound Foundation Through Early Amplification, p.115–127, 2005.

PURDY, S.C.; SHARMA, M.; MUNRO, K.J.; MORGAN, C.L.A. **Stimulus level effects on speech-evoked obligatory cortical auditory evoked potentials in infants with normal hearing.** Clin Neurophysiol, v. 124, p. 474-80, 2013.

REIS, A.C.M.B.; FRIZZO, A.C.F. **Potencial evocado auditivo cognitivo.** In: BOÉCHAT, E.M.; MENEZES, P.L.; COUTO, C.M.; FRIZZO, A.C.F.; SCHARLACH, R.C.; ANASTACIO, A.R.T. Tratado de Audiologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, cap.19, p.140-50, 2015.

SANJU, H.K.; KUMAR, P. **Enhanced auditory evoked potentials in musicians: A review of recent findings.** J Otol, 11(2):63-72, 2016.

SCARFF, C.J.; REYNOLDS, A.; GOODYEAR, B.G.; PONTON, C.W.; DORT, J. C.; EGGERMONT, J J. **Simultaneous 3-T fMRI and high-density recording of human auditory evoked potentials.** Neuroimage v.23, p.1129–1142, 2004.

SHARMA, A.; GILLEY, P.M.; DORMAN, M.F.; BALDWIN, R. **Deprivation-induced cortical reorganization in children with cochlear implants.** Int J Audiol, v.46, p.494-9, 2007.

SHARMA, M.; PURDY, S.C.; KELLY, A.S. **The contribution of speech evoked cortical auditory evoked potentials to the diagnosis and measurement of intervention outcomes in children with auditory processing disorder.** *Semin Hear.* v.35, n.1, p.51–64, 2014.

SILVA L.S.; REGAÇONE, S.F.; OLIVEIRA, A.C.S.; OLIVEIRA, L.S.; FERNANDES, F.T.; FRIZZO, A.C.F. **Potenciais corticais auditivos: uso de diferentes estímulos de fala em populações infantis.** *Audiol Commun Res,* v. 22, 2017.

SILVA, T.C.; GOMES, C.A. **Teoria de Exemplos.** Org. HORA, D.; MATZENAUER, C.L. *Fonologia, Fonologias: uma introdução.* Contexto, p.157-168, 2017.

SLEIFER, P. **Avaliação eletrofisiológica da audição em crianças.** In: Cardoso MC, editor. *Fonoaudiologia na infância: avaliação e tratamento.* Rio de Janeiro: Revinter. p.171-94, 2014.

SLEIFER, P.; COSTA, S.S.; CÔSER, P.L.; GOLDANI, M.Z.; DORNELLES, C.; WEISS, K. **Potencial auditivo de tronco encefálico em crianças prematuras e a termo.** *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* v.71,n. 9, p.1449-56, 2007.

SCHOCHAT, E. **Avaliação Eletrofisiológica da Audição.** In: FERREIRA, L.P.; BEFI-LOPES, D.M.; LIMONGI, S.O. (Org.). *Tratado de Fonoaudiologia.* São Paulo: Roca, p. 656-669, 2004.

SMALL, A.S.; SHARMA, M.; BRADFORD, M.; MANDIKAL VASUKI, P.R. **The Effect of Signal to Noise Ratio on Cortical Auditory-Evoked Potentials Elicited to Speech Stimuli in Infants and Adults With Normal Hearing.** *Ear Hear.* Mar/Apr, v.39, n.2, p.305-317, 2018.

SQUIRES, N.K.; SQUIRES, K.C., HILLYARD, S.A. **Two varieties of long-latency positive waves evoked by unpredictable auditory stimuli in man.** *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology,* v.38, n.4,p. 387–401, 1975.

TAYLOR, M.J.; BATTY, M.; ITIER, R.J. **The faces of development: a review of early face processing over childhood.** *J Cogn Neurosci.* 16(8):1426-42, 2004.

TOMLIN, D.; RANCE, G. **Maturation of the central auditory nervous system in children with auditory processing disorder.** *Semin Hear,* v.37, n.1, p.74–83, 2016.

TREMBLAY, K.L.; BILLINGS, C.; ROHILA, N. **Speech evoked cortical potentials: effects of age and stimulus presentation rate.** *J Am Acad Audiol.* Mar, v.15, n.3, p.226-37, 2004.

VAN DUN, B.; CARTER, L.; DILLON H. **Sensitivity of cortical auditory evoked potential detection for hearing-impaired infants in response to short speech sounds.** *Audiol Res.* Aug, n.1, 2012.

VAN DUN, B.; KANIA, A.; DILLON, H. **Cortical Auditory Evoked Potentials in (Un)aided Normal-Hearing and Hearing-Impaired Adults.** *Semin Hear.* Feb, v.37, n.1, p.9-24, 2016.

VENTURA, L.M.P.; ALVARENGA, K.F.; COSTA FILHO, O.A. **Protocolo para captação dos potenciais evocados auditivos de longa latência.** *Braz J Otorhinolaryngol,* v.75, n.6, p.879-83, 2009.

VICENTE, L.C. **Componente P1 do potencial evocado cortical nos primeiros meses de uso do implante coclear na Desordem do Espectro da Neuropatia Auditiva.** Dissertação de Mestrado. Faculdade de Odontologia de Bauru – Universidade de São Paulo – Curso de Pós-Graduação em Ciências no Programa de Fonoaudiologia, 2014.

VIHMAN M. **Word Learning and the Origins of Phonological Systems.** Org. FOSTER-COHEN, S. *Language Acquisition.* Palgrave Advances in Linguistics. London: Palgrave Macmillan, 2009.

VIHMAN, M.M.; BOYSSON-BARDIES, B. **The nature and origins of ambient language influence on infant vocal production and early words.** *Phonetica,* v.51, p.159-169, 1994.

WYSS, C.; BOERS, F.; KAWOHL, W.; ARRUBLA, J.; VAHEDIPOUR, K.; DAMMERS, J. et al. **Spatiotemporal properties of auditory intensity processing in multisensor MEG.** *Neuroimage,* v.102, p.465–473, 2014.

ZHANG, X.; GONG, Q.; ZHANG, T. **Cortical auditory evoked potentials (CAEPs) represent neural cues relevant to pitch perception.** *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc,* p.1628-1631, 2016.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa (“Avaliação dos potenciais evocados auditivos de longa latência por meio do estímulo de fala /ma/”), que está sob a responsabilidade da pesquisadora Ysa Karen dos Santos Macambira, Rua José de Bonifácio, 1356, bloco B, apto 1401, Torre, 50710001, Recife/PE, email: ysakaren@gmail.com; telefone: (86) 99949-3624.

Caso este Termo de Consentimento contenha informações que não lhe seja compreensível, as dúvidas podem ser tiradas com a pessoa que está lhe entrevistando e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados, caso concorde com a realização do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Caso não concorde, não haverá penalização, bem como será possível retirar o consentimento a qualquer momento, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

O objetivo da pesquisa é comparar as respostas do exame dos potenciais evocados auditivos de longa latência com o estímulo de fala /ma/ com o estímulo de fala /da/ em adultos jovens com audição normal. Os exames serão realizados na Clínica de Fonoaudiologia, do Departamento de Fonoaudiologia, da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, tendo como critério de inclusão adultos jovens com idade entre 18 e 25 anos; com limiares auditivos dentro dos limites da normalidade (até 25dBNA); medidas do exame de imitância acústica dentro da normalidade, com timpanograma curva tipo “A” e presença de reflexo acústico; valores absolutos e interpicos das respostas das ondas do exame do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico dentro da normalidade (estímulo clique). Como risco oferecido existe a possibilidade de constrangimento do voluntário ao responder alguma pergunta feita pela pesquisadora. Durante a esfoliação de pele para colocação dos eletrodos poderá ocorrer algum desconforto na região, devido fricção da gaze sob a pele, como forma de minimizar o risco, a pesquisadora irá esfoliar de modo lento e compassado, sem aplicação de força excessiva durante a execução, para diminuir a fricção. Apesar de não ser considerado risco para saúde física, existirá a possibilidade de o voluntário apresentar fobia a locais fechados, durante a realização dos testes feitos em cabine, para minimizar o risco, a cabine não terá sua porta trancada e o voluntário será orientado a abri-la quando achar necessário. Como benefício o voluntário receberá os resultados dos exames realizados individualmente e orientações sobre a saúde auditiva. Caso seja constatada alguma alteração audiológica durante os procedimentos, o voluntário receberá o devido encaminhamento para o setor médico de otorrinolaringologia, do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco – HC – UFPE. Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa serão os resultados dos exames de imitancimetria, audiometria tonal limiar, potencial evocado auditivo de tronco encefálico, potencial evocado auditivo de longa latência com o estímulo de fala /da/ e estímulo de fala /ma/, ficando sob a responsabilidade da pesquisadora, no endereço acima informado, pelo período mínimo de 05 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: (Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br).

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo “Avaliação dos potenciais evocados auditivos de longa latência por meio do estímulo de fala /ma/”, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

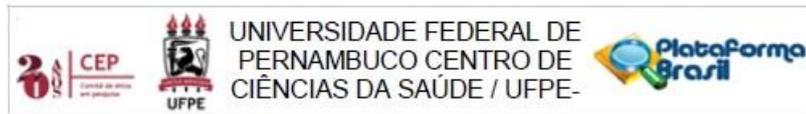
Local e data _____

Assinatura do participante: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar.

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DOS POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS DE LONGA LATÊNCIA POR MEIO DO ESTÍMULO DE FALA /MÃ/

Pesquisador: YSA KAREN DOS SANTOS MACAMBIRA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 88298317.0.0000.5208

Instituição Proponente: Departamento de Fonoaudiologia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

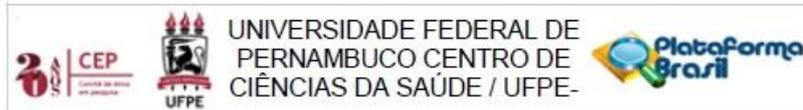
DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.787.511

Apresentação do Projeto:

O projeto intitulado "AVALIAÇÃO DOS POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS DE LONGA LATÊNCIA POR MEIO DO ESTÍMULO DE FALA /MÃ/" será desenvolvido pela mestranda Ysa Karen dos Santos Macambira, no programa de pós graduação em Saúde da Comunicação Humana, sob orientação da professora Dra. Karina Paes Advincula. O estudo será realizado no Laboratório de Audiologia do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Pernambuco. Como participantes terão 24 voluntários adultos jovens, de ambos os sexos. Como critérios de inclusão, indivíduos com idade entre 18 e 25 anos; limiares auditivos dentro dos limites da normalidade; medidas de imitância acústica dentro da normalidade, com timpanograma curva tipo "A" e presença de reflexo acústico; valores absolutos e interpicos das latências das ondas do PEATE dentro da normalidade (estímulo clique). Após a triagem auditiva do voluntário, serão realizados os dois procedimentos testes, PEALL com estímulo de fala /da/ e com estímulo de fala /mã/. Na execução do exame o voluntário será colocado dentro de uma cabine acusticamente tratada, confortavelmente sentado em poltrona reclinável, sem efeito de nenhum tipo de sedação, somente com os olhos fechados, em sala silenciosa. Para preparar a região da pele para colocação dos eletrodos será necessário esfoliação com gaze embebida de álcool a 70% e pasta abrasiva da marca NUPREP. Os eletrodos serão dos tipos descartáveis de superfície, próprios para eletroencefalograma. Os estímulos auditivos de fala serão dados através de fones de inserção.

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepcos@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.767.511

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Geral

Comparar as respostas do PEALL com o estímulo de fala /mã/ com o estímulo de fala /da/ em adultos jovens normo-ouvintes.

Objetivo Específico

- Caracterizar a morfologia, latência e a amplitude do complexo N1 - P2 - N2 - P3 com o estímulo de fala /dá/ em adultos jovens normo-ouvintes.
- Caracterizar a morfologia, latência e a amplitude do complexo N1 - P2 - N2 - P3 com o estímulo de fala /mã/ em adulto jovens normo-ouvintes.
- Comparar as respostas evocadas com o estímulo de fala /dá/ com o estímulo de fala /mã/.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Como risco menciona a possibilidade de constrangimento do voluntário ao responder alguma pergunta feita pela pesquisadora. Durante a esfoliação de pele para colocação dos eletrodos poderá ocorrer algum desconforto na região, devido fricção da gaze sob a pele, como forma de minimizar o risco, a pesquisadora irá esfoliar de modo lento e compassado, sem aplicação de força excessiva durante a execução, para diminuir a fricção. Apesar de não ser considerado risco para saúde física, existirá a possibilidade de o voluntário apresentar fobia a locais fechados, durante a realização dos testes feitos em cabine, para minimizar o risco, a cabine não terá sua porta trancada e o voluntário será orientado a abri-la quando achar necessário.

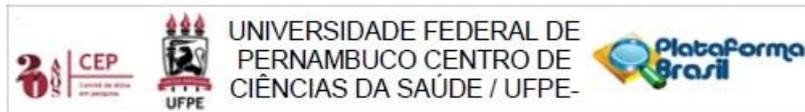
Como benefícios serão fornecidos os resultados dos exames realizados individualmente e orientações sobre a saúde auditiva. Caso seja constatada alguma alteração audiológica durante os procedimentos, o voluntário receberá o devido encaminhamento para o setor médico de otorrinolaringologia, do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco – HC – UFPE.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisadora apresenta como principal justificativa o fato de que estímulos verbais fornecem dados cruciais sobre o processamento de fala, auxiliando em condutas terapêuticas e no processo de reabilitação. O estímulo de fala mais utilizado atualmente em literatura para eliciar respostas é o consonantal /da/ e outros estímulos podem ser úteis, dessa forma pretendem testar o estímulo /mã/.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600
 UF: PE Município: RECIFE
 Telefone: (81)2126-8588 E-mail: cepocs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.767.511

Os pesquisadores apresentaram os seguintes termos e/ou documentos exigidos pela Resolução 466/12:

- Carta de anuência assinada pela coordenação da clínica de Fonoaudiologia.
- Folha de rosto assinada pela sub-chefe do departamento de Fonoaudiologia.
- Termo de compromisso e confidencialidade assinado pela pesquisadora principal.
- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.
- Currículos das pesquisadoras envolvidas.

Recomendações:

Sem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

A pesquisadora justificou e/ou atendeu aos questionamentos feitos pelo relator na primeira análise.

Considerações Finais a critério do CEP:

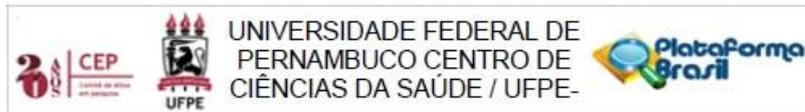
As exigências foram atendidas e o protocolo está APROVADO, sendo liberado para o início da coleta de dados. Informamos que a APROVAÇÃO DEFINITIVA do projeto só será dada após o envio do Relatório Final da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final para enviá-lo via "Notificação", pela Plataforma Brasil. Siga as instruções do link "Para enviar Relatório Final", disponível no site do CEP/CCS/UFPE. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao voluntário participante (item V.3., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Para projetos com mais de um ano de execução, é obrigatório que o pesquisador responsável pelo Protocolo de Pesquisa apresente a este Comitê de Ética relatórios parciais das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação (item X.1.3.b., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). O CEP/CCS/UFPE deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (item V.5., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). É papel do/a pesquisador/a assegurar todas as medidas imediatas e adequadas frente a evento adverso grave

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600
 UF: PE Município: RECIFE
 Telefone: (81)2126-8538 E-mail: cepcos@ufpe.br



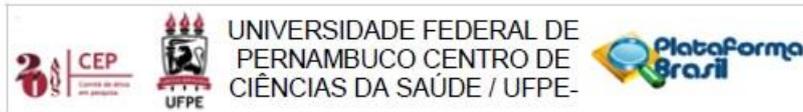
Continuação do Parecer: 2.767.511

ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e ainda, enviar notificação à ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, junto com seu posicionamento.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1007628.pdf	01/07/2018 20:15:04		Aceito
Outros	Carta_de_anuencia_CF.pdf	01/07/2018 20:13:31	YSA KAREN DOS SANTOS MACAMBIRA	Aceito
Outros	CARTA_DE_RESPOSTA_AS_PENDENCIAS.docx	01/07/2018 20:07:45	YSA KAREN DOS SANTOS MACAMBIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Novo_TCLE_Projeto_PEALL.docx	01/07/2018 19:59:11	YSA KAREN DOS SANTOS MACAMBIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Novo_Projeto_PEALL.docx	01/07/2018 19:58:37	YSA KAREN DOS SANTOS MACAMBIRA	Aceito
Outros	CurriculoLattes_KarinaAdvincula.pdf	18/12/2017 17:09:16	YSA KAREN DOS SANTOS MACAMBIRA	Aceito
Outros	CurriculoLattes_DeniseMenezes.pdf	18/12/2017 17:08:23	YSA KAREN DOS SANTOS MACAMBIRA	Aceito
Outros	CurriculoLattes_YsaMacambira.pdf	18/12/2017 17:07:24	YSA KAREN DOS SANTOS MACAMBIRA	Aceito
Outros	CARTA_DE_ANUENCIA.pdf	18/12/2017 16:55:48	YSA KAREN DOS SANTOS MACAMBIRA	Aceito
Outros	comprovante_de_vinculo.docx	18/12/2017 16:52:20	YSA KAREN DOS SANTOS MACAMBIRA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_de_Confidencialidade.pdf	18/12/2017 16:48:21	YSA KAREN DOS SANTOS MACAMBIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_PEALL.docx	14/11/2017 11:33:24	YSA KAREN DOS SANTOS MACAMBIRA	Aceito
Cronograma	Cronograma_Projeto_PEALL.docx	14/11/2017	YSA KAREN DOS	Aceito

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600
 UF: PE Município: RECIFE
 Telefone: (81)2126-8538 E-mail: cepcos@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.767.511

Cronograma	Cronograma_Projeto_PEALL.docx	10:45:57	SANTOS MACAMBIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Projeto_PEALL.docx	13/11/2017 18:04:10	YSA KAREN DOS SANTOS MACAMBIRA	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto_assinada.pdf	13/11/2017 17:59:39	YSA KAREN DOS SANTOS MACAMBIRA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RECIFE, 12 de Julho de 2018

Assinado por:
LUCIANO TAVARES MONTENEGRO
(Coordenador)

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600
 UF: PE Município: RECIFE
 Telefone: (81)2126-8588 E-mail: cepocs@ufpe.br

ANEXO B – NORMAS DO PERIÓDICO INTERNATIONAL JOURNAL OF AUDIOLOGY

08/02/2019
International Journal of Audiology



 [Log in](#) | [Register](#)


Journal


International Journal of Audiology >

This journal ▼

Instructions for authors

Thank you for choosing to submit your paper to us. These instructions will ensure we have everything required so your paper can move through peer review, production and publication smoothly. Please take the time to read and follow them as closely as possible, as doing so will ensure your paper matches the journal's requirements. For general guidance on the publication process at Taylor & Francis please visit our [Author Services website](#).

 **Author Services**
SCHOLARONE MANUSCRIPTS™

This journal uses ScholarOne Manuscripts (previously Manuscript Central) to peer review manuscript submissions. Please read the [guide for ScholarOne authors](#) before making a submission. Complete guidelines for preparing and submitting your manuscript to this journal are provided below.

This title utilises format-free submission. Authors may submit their paper in any scholarly format or layout. References can be in any style or format, so long as a consistent scholarly citation format is applied. For more detail see the [format-free submission section](#) below.

Contents

- [About the Journal](#)
- [Peer Review and Ethics](#)
- [Preparing Your Paper](#)
- [Structure](#)

<https://www.tandfonline.com/action/authorSubmission?show=instructions&journalCode=ijja20>
1/10

- Word Limits
- Format-Free Submissions
- Editing Services
- Checklist
- Using Third-Party Material
- Submitting Your Paper
- Data Sharing Policy
- Publication Charges
- Copyright Options
- Complying with Funding Agencies
- Open Access
- My Authored Works
- Reprints

About the Journal

International Journal of Audiology is an international, peer-reviewed journal publishing high-quality, original research. Please see the journal's Aims & Scope for information about its focus and peer-review policy.

Please note that this journal only publishes manuscripts in English.

International Journal of Audiology accepts the following types of article: Original Articles, Review Articles, Systematic Reviews, Discussion Papers, Clinical Notes, Technical Reports, Letters to the Editor.

It is important that authors make all efforts to keep their submissions succinct and prepare their work with the minimal size submission. Please note that authors will be charged an excessive page charge of \$210 US Dollars; £150 (plus admin charges and local taxes, if applicable) for each published page in excess of nine (9) pages of the article. Authors who are unable to pay these charges, can contact the Editor-in-Chief to request an exemption.

Peer Review and Ethics

Taylor & Francis is committed to peer-review integrity and upholding the highest standards of review. Once your paper has been assessed for suitability by the editor, it will then be single blind peer reviewed by independent, anonymous expert referees.

Find out more about what to expect during peer review and read our guidance on publishing ethics.

Preparing Your Paper

Structure

Your paper should be compiled in the following order: title page; abstract; keywords; main text introduction, materials and methods, results, discussion; acknowledgments; declaration of interest statement; references; appendices (as appropriate); table(s) with caption(s) (on individual pages); figures; figure captions (as a list).

Word Limits

Please include a word count for your paper.

A typical paper for this journal should be between 1500 and 6000 words, inclusive of the abstract, tables, figure captions.

Format-Free Submission

Authors may submit their paper in any scholarly format or layout. Manuscripts may be supplied as single or multiple files. These can be Word, rich text format (rtf), open document format (odt), or PDF files. Figures and tables can be placed within the text or submitted as separate documents. Figures should be of sufficient resolution to enable refereeing.

- There are no strict formatting requirements, but all manuscripts must contain the essential elements needed to evaluate a manuscript: abstract, author affiliation, figures, tables, funder information, and references. Further details may be requested upon acceptance.
- References can be in any style or format, so long as a consistent scholarly citation format is applied. Author name(s), journal or book title, article or chapter title, year of publication, volume and issue (where appropriate) and page numbers are essential. All bibliographic entries must contain a corresponding in-text citation. The addition of DOI (Digital Object Identifier) numbers is recommended but not essential.
- The journal reference style will be applied to the paper post-acceptance by Taylor & Francis.
- Spelling can be US or UK English so long as usage is consistent.

Note that, regardless of the file format of the original submission, an editable version of the article must be supplied at the revision stage.

Taylor & Francis Editing Services

To help you improve your manuscript and prepare it for submission, Taylor & Francis provides a range of editing services. Choose from options such as English Language Editing, which will ensure that your article is free of spelling and grammar errors, Translation, and Artwork Preparation. For more information, including pricing, visit this [website](#).

Checklist: What to Include

1. **Author details.** All authors of a manuscript should include their full name and affiliation on the cover page of the manuscript. Where available, please also include ORCIDiDs and social media handles (Facebook, Twitter or LinkedIn). One author will need to be identified as the corresponding author, with their email address normally displayed in the article PDF (depending on the journal) and the online article. Authors' affiliations are the affiliations where the research was conducted. If any of the named co-authors moves affiliation during the peer-review process, the new affiliation can be given as a footnote. Please note that no changes to affiliation can be made after your paper is accepted. Read more on authorship.
2. Should contain a structured abstract of 200 words. A structured abstract of no more than 200 words should precede each article, including review articles, using the following headings: Objective; Design; Study sample; Results; Conclusions. It is recommended that number of subjects should be included within the study sample description.
3. You can opt to include a **video abstract** with your article. Find out how these can help your work reach a wider audience, and what to think about when filming.
4. Between 5 and 6 **keywords**. Read [making your article more discoverable](#), including information on choosing a title and search engine optimization.
5. **Funding details.** Please supply all details required by your funding and grant-awarding bodies as follows:
 - For single agency grants*
This work was supported by the [Funding Agency] under Grant [number xxxx].
 - For multiple agency grants*
This work was supported by the [Funding Agency #1] under Grant [number xxxx]; [Funding Agency #2] under Grant [number xxxx]; and [Funding Agency #3] under Grant [number xxxx].

6. **Disclosure statement.** This is to acknowledge any financial interest or benefit that has arisen from the direct applications of your research. Further guidance on what is a conflict of interest and how to disclose it.
7. **Data availability statement.** If there is a data set associated with the paper, please provide information about where the data supporting the results or analyses presented in the paper can be found. Where applicable, this should include the hyperlink, DOI or other persistent identifier associated with the data set(s). Templates are also available to support authors.
8. **Data deposition.** If you choose to share or make the data underlying the study open, please deposit your data in a recognized data repository prior to or at the time of submission. You will be asked to provide the DOI, pre-reserved DOI, or other persistent identifier for the data set.
9. **Geolocation information.** Submitting a geolocation information section, as a separate paragraph before your acknowledgements, means we can index your paper's study area accurately in JournalMap's geographic literature database and make your article more discoverable to others. [More information.](#)
10. **Supplemental online material.** Supplemental material can be a video, dataset, fileset, sound file or anything which supports (and is pertinent to) your paper. We publish supplemental material online via Figshare. Find out more about supplemental material and how to submit it with your article.
11. **Figures.** Figures should be high quality (1200 dpi for line art, 600 dpi for grayscale and 300 dpi for colour, at the correct size). Figures should be supplied in one of our preferred file formats: EPS, PS, JPEG, TIFF, or Microsoft Word (DOC or DOCX) files are acceptable for figures that have been drawn in Word. For information relating to other file types, please consult our [Submission of electronic artwork document](#).
12. **Tables.** Tables should present new information rather than duplicating what is in the text. Readers should be able to interpret the table without reference to the text. Please supply editable files.
13. **Equations.** If you are submitting your manuscript as a Word document, please ensure that equations are editable. More information about mathematical symbols and equations.
14. **Units.** Please use SI units (non-italicized).

Using Third-Party Material in your Paper

You must obtain the necessary permission to reuse third-party material in your article. The use of short extracts of text and some other types of material is usually permitted, on a limited basis, for the purposes of criticism and review without securing formal permission. If you wish to include any material in your paper for which you do not hold

copyright, and which is not covered by this informal agreement, you will need to obtain written permission from the copyright owner prior to submission. More information on requesting permission to reproduce work(s) under copyright.

Submitting Your Paper

This journal uses ScholarOne Manuscripts to manage the peer-review process. If you haven't submitted a paper to this journal before, you will need to create an account in ScholarOne. Please read the guidelines above and then submit your paper in the relevant Author Centre, where you will find user guides and a helpdesk.

Please note that *International Journal of Audiology* uses Crossref™ to screen papers for unoriginal material. By submitting your paper to *International Journal of Audiology* you are agreeing to originality checks during the peer-review and production processes.

On acceptance, we recommend that you keep a copy of your Accepted Manuscript. Find out more about sharing your work.

Data Sharing Policy

This journal applies the Taylor & Francis Basic Data Sharing Policy. Authors are encouraged to share or make open the data supporting the results or analyses presented in their paper where this does not violate the protection of human subjects or other valid privacy or security concerns.

Authors are encouraged to deposit the dataset(s) in a recognized data repository that can mint a persistent digital identifier, preferably a digital object identifier (DOI) and recognizes a long-term preservation plan. If you are uncertain about where to deposit your data, please see this information regarding repositories.

Authors are further encouraged to cite any data sets referenced in the article and provide a Data Availability Statement.

At the point of submission, you will be asked if there is a data set associated with the paper. If you reply yes, you will be asked to provide the DOI, pre-registered DOI, hyperlink, or other persistent identifier associated with the data set(s). If you have selected to provide a pre-registered DOI, please be prepared to share the reviewer URL associated with your data deposit, upon request by reviewers.

Where one or multiple data sets are associated with a manuscript, these are not formally peer reviewed as a part of the journal submission process. It is the author's responsibility to ensure the soundness of data. Any errors in the data rest solely with the producers of the data set(s).

Publication Charges

Authors are charged \$210 US Dollars; £150 per published page.

Colour figures will be reproduced in colour in your online article free of charge. If it is necessary for the figures to be reproduced in colour in the print version, a charge will apply.

Charges for colour figures in print are £300 per figure (\$400 US Dollars; \$500 Australian Dollars; €350). For more than 4 colour figures, figures 5 and above will be charged at £50 per figure (\$75 US Dollars; \$100 Australian Dollars; €65). Depending on your location, these charges may be subject to local taxes.

Copyright Options

Copyright allows you to protect your original material, and stop others from using your work without your permission. Taylor & Francis offers a number of different license and reuse options, including Creative Commons licenses when publishing open access. Read more on publishing agreements.

Complying with Funding Agencies

We will deposit all National Institutes of Health or Wellcome Trust-funded papers into PubMedCentral on behalf of authors, meeting the requirements of their respective open access policies. If this applies to you, please tell our production team when you receive your article proofs, so we can do this for you. Check funders' open access policy mandates [here](#). Find out more about sharing your work.

Open Access

This journal gives authors the option to publish open access via our Open Select publishing program, making it free to access online immediately on publication. Many

funders mandate publishing your research open access; you can check open access funder policies and mandates [here](#).

Taylor & Francis Open Select gives you, your institution or funder the option of paying an article publishing charge (APC) to make an article open access. Please contact openaccess@tandf.co.uk if you would like to find out more, or go to our Author Services website.

For more information on license options, embargo periods and APCs for this journal please go [here](#).

My Authored Works

On publication, you will be able to view, download and check your article's metrics (downloads, citations and Altmetric data) via My Authored Works on Taylor & Francis Online. This is where you can access every article you have published with us, as well as your free eprints link, so you can quickly and easily share your work with friends and colleagues.

We are committed to promoting and increasing the visibility of your article. Here are some tips and ideas on how you can work with us to promote your research.

Article Reprints

You will be sent a link to order article reprints via your account in our production system. For enquiries about reprints, please contact the Taylor & Francis Author Services team at reprints@tandf.co.uk. You can also order print copies of the journal issue in which your article appears.

Queries

Should you have any queries, please visit our Author Services website or contact us [here](#).

Updated 6-02-2019