

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

TAINÁ BETTI

**POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE LONGA LATÊNCIA E
FREQUENCY FOLLOWING RESPONSE: UMA ANÁLISE DE
ASSOCIAÇÃO E CORRELAÇÃO EM ADULTOS JOVENS**

Santa Maria, RS, Brasil
2021

TAINÁ BETTI

POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE LONGA LATÊNCIA E *FREQUENCY FOLLOWING RESPONSE*: UMA ANÁLISE DE ASSOCIAÇÃO E CORRELAÇÃO EM ADULTOS JOVENS

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, Área de Concentração em Fonoaudiologia e Comunicação Humana: Clínica e Promoção, Linha de Pesquisa Audição e equilíbrio: Diagnóstico, habilitação e reabilitação, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Distúrbios da Comunicação Humana**.

Orientadora: Profa. Dra. Michele Vargas Garcia
Coorientadora: Dra. Milaine Dominici Sanfins

Santa Maria, RS
2021

Betti, Tainá
POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE LONGA LATÊNCIA E
FREQUENCY FOLLOWING RESPONSE: UMA ANÁLISE DE ASSOCIAÇÃO
E CORRELAÇÃO EM ADULTOS JOVENS / Tainá Betti.- 2021.
80 p.; 30 cm

Orientadora: Michele Vargas Garcia
Coorientadora: Milaine Dominici Sanfins
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós
Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, RS, 2021

1. Audição 2. Eletrofisiologia 3. Potenciais Evocados
I. Vargas Garcia, Michele II. Dominici Sanfins, Milaine
III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, TAINÁ BETTI, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

TAINÁ BETTI

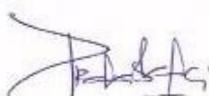
**POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE LONGA LATÊNCIA E *FREQUENCY*
FOLLOWING RESPONSE: UMA ANÁLISE DE ASSOCIAÇÃO E
CORRELAÇÃO EM ADULTOS JOVENS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, Área de Concentração em Fonoaudiologia e Comunicação Humana: Clínica e Promoção, Linha de Pesquisa Audição e equilíbrio: Diagnóstico, habilitação e reabilitação, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Distúrbios da Comunicação Humana**.

Aprovado em 31 de março de 2021:



Michele Vargas Garcia, Dra. (UFSM)
(Presidente/Orientadora)



Pricila Sleifer, Dra. (UFRGS)



Dayane Domenechini Didoné, Dra. (UFSM)

Santa Maria
2021

DEDICATÓRIA

Primeiramente aos meus maiores incentivadores, meus pais, que compartilham todos meus sonhos, angústias e conquistas. Pelo exemplo, pelos seus ensinamentos, por me ensinarem o valor do estudo, por abdicarem de seus planos, para poder proporcionar uma educação de qualidade à nós filhos.

Serei eternamente grata a vocês. À minha família que me apoiou, compreendeu a importância deste trabalho e meus momentos de ausência. É uma benção tê-los comigo ao longo da minha caminhada. Amo vocês

demais!

AGRADECIMENTO ESPECIAL

À Prof^a Dr^a Michele Vargas Garcia que tão generosa e gentilmente me acolheu ao seu grupo de pesquisa desde a graduação, me orientando de forma extremamente profissional e ética. Agradeço imensamente por acreditar em mim, nos meus projetos e batalhar juntamente comigo por eles. Além de minha orientadora, tornou-se uma querida conselheira e amiga. Muito obrigada por tudo!

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares por todo o carinho e compreensão durante os dias mais difíceis. Meus queridos pais **Élvio e Terezinha**, meus irmãos **Kelvis, Everton e Thais**, minhas cunhadas **Janáia e Ivanca** e cunhado **Cássio**. E a minha sobrinha **Bia** que me enche de alegria.

À minha coorientadora **Dra. Milaine Dominici Sanfins** pelo auxílio e tempo dedicado às minhas orientações. Sua ajuda foi fundamental para a concretização deste projeto.

Ao fonoaudiólogo **Vitor Cantele Malavolta** pela parceria durante estes anos. Às acadêmicas **Aline Andressa Mundt e Dara Rohers** por confiarem em mim uma parte das suas aprendizagens durante este período.

À fonoaudióloga Ms. **Lídia Lis Tomasi** por toda a atenção e apoio dedicado a mim durante a graduação e o mestrado. Sua amizade, compreensão e suas palavras durante esse período foram extremamente essenciais para que eu mantivesse a calma. Muito obrigada amiga!

Às minhas queridas amigas **Fernanda Menezes e Vanessa Batista** principalmente pela paciência, pelos momentos de distração e conforto que fizeram com que eu não me rendesse ao cansaço.

À **FundeF**, meu local de trabalho e seus gestores, pela compreensão dos horários, permitindo que eu concluísse a etapa final do mestrado.

A todos os voluntários da pesquisa, meus sinceros agradecimentos.

À banca examinadora **Profa Dra. Pricila Sleifer e Profa. Dra. Dayane Domeneghini Didoné** pelo aceite e sugestões preciosas que ajudaram na construção deste trabalho.

A todos que de alguma forma ou outra contribuíram para meu crescimento profissional ao longo destes anos de pesquisa. Muito obrigada!

RESUMO

POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE LONGA LATÊNCIA E *FREQUENCY FOLLOWING RESPONSE*: UMA ANÁLISE DE ASSOCIAÇÃO E CORRELAÇÃO EM ADULTOS JOVENS

AUTORA: Tainá Betti
ORIENTADORA: Michele Vargas Garcia
COORDINADORA: Milaine Dominici Sanfins

O estímulo sonoro é transformado em estímulo elétrico pelas células ciliadas internas da cóclea e conduzido até o córtex auditivo por meio de sinapses neurais. Estas, por sua vez, são avaliadas pelos Potenciais Evocados Auditivos, responsáveis por informar sobre a integridade e funcionalidade da via auditiva central. Dentre os potenciais, o Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (PEALL), investiga a percepção auditiva do estímulo sonoro e ainda, habilidades como atenção e memória, abrangendo estruturas de subcórtex e córtex. O *Frequency Following Response* (FFR) é responsável pela avaliação de toda a trajetória da via auditiva central, expondo a codificação dos sons verbais pelo sistema. Sendo assim, o objetivo deste estudo está centrado em correlacionar e associar os achados do PEALL e do FFR em adultos jovens, levando em consideração os valores de latências dos potenciais. Trata-se de um estudo com amostra por conveniência, de caráter prospectivo, transversal, quantitativo e qualitativo envolvendo adultos com limiares auditivos normais. Os indivíduos foram submetidos à anamnese, meatoscopia, audiometria tonal limiar e vocal, medidas de imitação acústica [Teste Dicótico de Dígitos (TDD) e *Random Gap Detection Test* (RGDT)] Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) para composição amostral. Como procedimentos de pesquisa, foi realizado o *Frequency Following Response* (FFR) e Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (PEALL). A análise dos exames foi realizada por dois juízes especialistas. A significância estatística utilizada foi de 5%. A amostra foi composta por 32 indivíduos (20 mulheres e 12 homens) com limiares auditivos normais, com idades média de 22,5 anos (18 e 32 anos) com normalidade no PEATE, RGDT e TDD. Observou-se correlação positiva entre o complexo VA e a onda P1 com valores de para V/P1 de $r=0,52$ ($p\text{-valor}=0,007$) e A/P1 de $r=0,64$ ($p\text{-valor}=0,001$) negativa com N2 sendo V/N2 $r=0,47$ ($p\text{-valor}=0,015$) e A/N2 $r=0,44$ ($p\text{-valor}=0,023$) e ainda correlação positiva de C com N2 com valores de $r=0,43$ ($p\text{-valor}=0,036$) estatisticamente significantes. Não houve associação significativa entre os indivíduos normais e alterados nos testes de forma geral e na associação entre os componentes de cada potencial. Concluiu-se que o FFR apresenta correlação com algumas ondas do PEALL, o que reforça a hipótese que existe contribuição de diferentes áreas corticais para formação das ondas do FFR. Não foi observada associação entre os resultados qualitativos dos exames, demonstrando a imparcialidade de cada testagem.

Descritores: audição, potenciais evocados auditivos, subcortical, cortical, adultos

ABSTRACT

LONG LATENCY AUDITORY EVOKED POTENTIAL AND FREQUENCY FOLLOWING RESPONSE: AN ANALYSIS OF ASSOCIATION AND CORRELATION IN NORMAL HEARING YOUNG ADULTS

AUTHOR: Tainá Betti
GUIDE: Michele Vargas Garcia
COORDINATOR: Milaine Dominici Sanfins

The sound stimulus is transformed into an electrical stimulus by the internal hair cells of the cochlea and conducted to the auditory cortex by means of neural synapses. These, in turn, are evaluated by the Hearing Evoked Potentials, responsible for informing about the integrity and functionality of the central auditory pathway. Among the potentials, the Long Latency Auditory Evoked Potential (LLAEP) investigates the auditory perception of the sound stimulus, as well as abilities such as attention and memory, covering subcortex and cortex structures. Frequency Following Response (FFR) is responsible for the evaluation of the entire central auditory pathway, exposing the coding of verbal sounds by the system. Accordingly, the objective of this study is to correlate and associate the findings of LLAEP and FFR in normal hearing young adults, taking into account the latency values of the potentials. It is a prospective, cross-sectional, quantitative and qualitative study with a sample of convenience involving normalized or normal adults. The individuals underwent anamnesis, meatoscopy, threshold and vocal audiometry, acoustic immittance measurements, Digits Dichotic Test (TDD) and Random Gap Detection Test (RGDT), Brainstem Auditory Evoked Potential (BAEP) for sample composition. As research procedures, the Frequency Following Response (FFR) and Long Latency Auditory Evoked Potential (LLAEP) were performed. Two expert judges performed the analysis of the examinations. The significance used was 5%. The sample consisted of 32 individuals (20 women and 12 men) normal hearing adults, with a mean age of 22.5 years (18 and 32 years) with normality in BAEP, RGDT and TDD. Positive correlation between VA complex and P1 wave with values from $r=0,52$ (p value=0,007) e $A/P1$ de $r=0,64$ (p value=0,001) and negative with N2 being $V/N2$ $r=60,47$ (p value=0,015) e $A/N2$ $r=60,44$ (p value=0,023) and still positive correlation of C with N2 with values of $r=0,43$ (p value=0,036) statistically significant was observed. There was no significant association between normal and altered individuals in the tests in general and when associated by components. In conclusion, FFR presents correlation with some LLAEP waves, which reinforces the hypothesis that there is contribution of different cortical areas to the formation of FFR waves. No association was observed between the qualitative results of the tests, demonstrating the impartiality of each test.

Descriptors: hearing, auditory evoked potentials, subcortical, cortical, adults

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Imagem ilustrativa do PEALL.....	20
Quadro 1 – Resumo dos artigos com PEALL em adultos.....	22
Figura 2 – Representação do estímulo na resposta neural do FFR.....	29
Quadro 2 – Resumo dos artigos com FFR em adultos.	31
Quadro 3 – Parâmetros para realização do PEATE.	38
Quadro 4 – Valores de referência para o PEATE	39
Quadro 5 – Parâmetros para realização do FFR.....	40
Quadro 6 – Valores de referência para o FFR.....	41
Quadro 7 – Fórmula para cálculo do SLOPE.....	41
Quadro 8 – Parâmetros para realização do PEALL.....	42
Quadro 9 – Valores de referência para o PEALL	42

LISTA DE QUADROS (ARTIGO)

Quadro 1 – Parâmetros e referência para realização do FFR	50
Quadro 2 – Parâmetros e referência para realização do PEALL.....	52

LISTA DE TABELAS (ARTIGO)

Tabela 1 – Correlação entre os componentes do FFR x PEALL	53
Tabela 2 – Associação entre os componentes normais x alterados no FFR e no PEALL.....	54
Tabela 3 – Tabela de associação entre normais x alterados no FFR e PEALL.....	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATL	Audiometria Tonal Liminar
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
FFR	<i>Frequency Following Response</i>
GAP	Gabinete de Projetos
GEP	Gerência de Ensino e Pesquisa
HUSM	Hospital Universitário Santa Maria
IHS	<i>Intelligent Hearing Systems</i>
IPRF	Índice Percentual de Reconhecimento de Fala
LRF	Limiar de Reconhecimento de Fala
MIA	Medidas de Imitância Acústica
MS	Milissegundos
MI	Milímetros
dB	Decibels
dBnHL	Nível de audição
PEA	Potencial Evocado Auditivo
PEATE	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico
RGDT	<i>Randon Gap Detection Test</i>
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
PEALL	Potencial Evocado Auditivo de Longa latência
SNAC	Sistema Nervoso Auditivo Central
OD	Orelha direita
OE	Orelha esquerda
TDD	Teste Dicótico de Dígitos
AMP	Amplitude
LAT	Latência
M1/M2	Mastoide direita/esquerda
USEC	Microssegundo
HZ	Hertz
SEC	Segundo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE LONGA LATÊNCIA	19
2.2 FREQUENCY FOLLOWING RESPONSE	27
3. METODOLOGIA	35
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA E ASPECTOS ÉTICOS	35
3.2 CASUÍSTICA	36
3.2.1 Critérios de inclusão	36
3.2.2 Critérios de exclusão	36
3.3 PROCEDIMENTOS	37
3.3.1 Procedimentos para composição da amostra	37
3.3.2 Procedimentos da pesquisa	39
3.4 Análise dos dados	42
4. RESULTADOS	44
4.1 ARTIGO ORIGINAL:	44
5. CONCLUSÃO	57
REFERÊNCIAS DO ARTIGO	58
REFERÊNCIAS DISSERTAÇÃO	61
APENDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO ...	73
APENDICE B – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE	75
ANEXO A – NORMAS DA REVISTA INTERNATIONAL JOURNAL OF AUDIOLOGY	76
ANEXO B – PROTOCOLO RANON GAP DETECTION TEST	80
ANEXO C – PROTOCOLO TESTE DICÓTICO DE DÍGITOS	81

1. INTRODUÇÃO

As células ciliadas internas da cóclea iniciam o mecanismo de audição transformando o estímulo acústico em impulsos neurais, este mecanismo engloba também a transmissão destas sinapses por uma rede de conexões neurais até o córtex auditivo. O processo de codificação do sinal acústico é complexo e para que ele ocorra é necessária a integridade das estruturas da via auditiva central e das habilidades auditivas (SANFINS *et al.*, 2016). O processamento e a interpretação de diferentes informações auditivas não dependem somente da percepção deste som pelo sistema central, mas também das habilidades auditivas de discriminação sonora e reconhecimento dos estímulos, assim como aspectos temporais (PEREIRA; SCHOCHAT, 1997). Para avaliar estes pontos de forma objetiva, pode-se contar com os exames eletrofisiológicos, tais como os Potenciais Evocados Auditivos (PEAs) (GRIZ; PACÍFICO, 2018), que fornecem informações sobre a integridade estrutural e funcional do Sistema Nervoso Auditivo Central (SNAC), demonstrando a ativação das fibras nervosas e sinapses que acontecem ao longo da via, incitadas pela apresentação de estímulos sequenciais verbais ou não verbais (KRISHNAN *et al.* 2005).

O Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) é o procedimento padrão ouro para a avaliação da integridade do sistema auditivo demonstrando o sincronismo das sinapses neurais (MATAS; MAGLIARO, 2011), entretanto, quando trata-se da avaliação das habilidades de processamento das informações sonoras este modelo parece não atender estas necessidades. Deste modo, a avaliação por meio dos PEAs com estímulos complexos parece ser a mais indicada, uma vez que, estes potenciais possibilitam a análise de estruturas mais superiores do SNAC e envolvem a análise de componentes mais específicos. Dentre a gama de exames que utilizam estímulos complexos estão o Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (PEALL) (KORCZAK, 2005) e o *Frequency Following Response* (FFR) (KRAUS; NICOL, 2003).

A avaliação do PEALL pode ser gerada por diferentes estímulos como cliques, tons e fala. Neste potencial observam-se os componentes corticais

representados por P1, N1, P2, N2 e cognitivo por P3. Os componentes P1, N1 e P2 refletem a chegada do estímulo ao córtex (MARTINj BOOTHROYD, 1999). O componente N2 parece estar relacionado a percepção, discriminação, reconhecimento e classificação do estímulo sonoro, sendo afetado pelas características físicas do estímulo como intensidade e duração. E finalmente o P3 (ou P300), este possibilita compreender se o indivíduo apresentou foco e atenção na realização da tarefa proposta (REIS *et al.*, 2014). Assim como na avaliação do PEALL, novas tecnologias buscam avaliar de forma mais minuciosa o processamento das informações sonoras, dentre elas está o *Frequency Following Response* (FFR), responsável por demonstrar a codificação da sílaba pelo SNAC, expondo a interpretação cortical desses sinais (KRAUS, NICOL, 2003j ANDERSON *et al.*, 2013).

O FFR gerado a partir da estimulação verbal, mais comum pela sílaba /da/, fornece uma possibilidade de investigação do processamento das informações sonoras verbais (KRAUS, NICOL, 2003). Dividido entre *onset* e FFR, este potencial preserva as formantes do estímulo na resposta, apresentando de forma objetiva a codificação dos sinais transitórios rápidos e das mudanças temporais e espectrais próprias da fala (RUSSO *et al.* 2004). A discriminação de estímulos verbais exige um esforço maior do sistema auditivo, parecendo desencadear respostas ao longo de toda a via auditiva, assim, alguns autores (COFFEY *et al.*, 2016j BIDELMAN, 2018) defendem que o FFR contém uma contribuição cortical.

A relevância do FFR é fornecer informações sobre o processamento dos sinais acústicos ao longo da via auditiva. O FFR parece estar direcionado a avaliação de toda a trajetória do SNAC, ao passo que o PEALL apresenta informações do processamento das regiões de subcórtex e córtex. A alteração em componentes avaliados pelos dois potenciais pode resultar em dificuldade na interpretação dos sinais de fala (RANA; A BARMAN, 2011j SANFINSj COLELLA6SANTOS, 2016) e a associação dos mesmos pode trazer informações mais completas sobre o comportamento do SNAC frente as habilidades auditivas compartilhadas pelas regiões.

Baseados em estudos que reforçam o envolvimento destes dois potenciais (KRAUSj WHITE6SCHWOCH, 2017) a hipótese desta pesquisa é que haverá correlação entre os achados dos potenciais e não haverá

associação entre os resultados qualitativos dos exames. Desta forma, esta dissertação apresenta como objetivo analisar a correlação e a associação entre o PEALL e o FFR em adultos jovens com limiares auditivos normais, levando em consideração os valores de latências dos potenciais.

A dissertação está estruturada em 5 capítulos, o primeiro composto pela introdução geral. O segundo apresenta a revisão de literatura, a qual elenca os achados bibliográficos, correlacionados aos temas desta pesquisa com embasamento teórico e científico. No terceiro capítulo, encontra-se a metodologia utilizada neste estudo, que optou pelo método alternativo de apresentação, exibindo um artigo científico para melhor ilustração dos resultados.

O quarto capítulo é composto pelo artigo original, o qual teve como objetivo analisar uma possível correlação e associação entre o FFR e do PEALL em adultos limiares auditivos normais, levando em consideração os valores de latência dos potenciais. O artigo será enviado à revista *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia E de qualis A2*, sendo apresentado nas normas da mesma (ANEXO A).

Não haverá discussão geral na dissertação visto que será apresentado apenas um artigo, sendo assim, a discussão está inclusa no capítulo de resultados. O quinto e último capítulo apresenta a conclusão dos achados deste estudo.

Ao final, constam as referências bibliográficas gerais, apêndices e anexos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE LONGA LATÊNCIA

O Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência é classificado desta forma devido ao tempo necessário que o estímulo leva para gerar a resposta da via auditiva, sendo maior de 60ms (ANIAS *et al.*, 2004). O primeiro autor a pesquisar o PEALL foi Sutton *et al.*, (1965) e este potencial foi um dos primeiros potenciais a serem realizados nas pesquisas e aplicação na prática clínica, porém ainda com muitas incertezas envolvendo os sítios geradores, complexidades nas respostas e suas análises.

O PEALL (Figura 1) parece ser responsável pela avaliação das estruturas do córtex auditivo, dando forma às respostas objetivas das habilidades auditivas voltadas a atenção, memória, processamento sequencial da informação auditiva, tomada de decisão e discriminação auditiva (ALVARENGA *et al.*, 2013) e apresenta também como objetivo compreender os processos que antecedem a codificação de fala no sistema auditivo central, como a detecção do estímulo (KORCZAK *et al.*, 2005). As respostas para este potencial são geradas na região do córtex auditivo, principalmente em nível de tálamo6cortical, córtex auditivo primário, áreas corticais associativas e córtex frontal (HALL *et al.*, 2015) existindo uma divisão entre componentes exógenos e endógenos (KRAUS, NICOL, 2003j MCPERSON, 1996).

O componente exógeno sofre influência das características físicas do estímulo, como frequência e duração, e é desencadeado de forma passiva e reflexa (FRIZZOj ADVÍNCULA, 2018). As ondas P1, N1, P2 e N2 correspondem a esse componente, onde a presença do complexo P16N16P2 demonstra a chegada do estímulo ao córtex auditivo e sua percepção (OATES *et al.*, 2002j REGACONE *et al.*, 2014j REIS, FRIZZO, 2015). Regacone *et al.*, (2014) ainda relaciona a onda P2 com informações sobre a habilidade de discriminação dos sons. Alguns autores (MENDONÇA *et al.*, 2013j NASCIMENTO *et al.*, 2017) sugerem a classificação da onda N2 como mista, contendo características dos componentes endógenos e exógeno, uma vez que esta está relacionada também a discriminação auditiva e também à atenção passiva. O componente endógeno (cognitivo) depende da colaboração do paciente em realizar uma

determinada tarefa de contagem dos estímulos, permitindo avaliar as funções cognitivas como discriminação, integração e memória (MCPHERSON, 1996; DUARTE *et al.*, 2009), ainda reflete informações sobre a mensuração neuroelétrica das estruturas da via auditiva central e sobre o processamento das informações acústicas (REGACONE *et al.*, 2014). Este componente é observado pelo pico P3, ou P300.

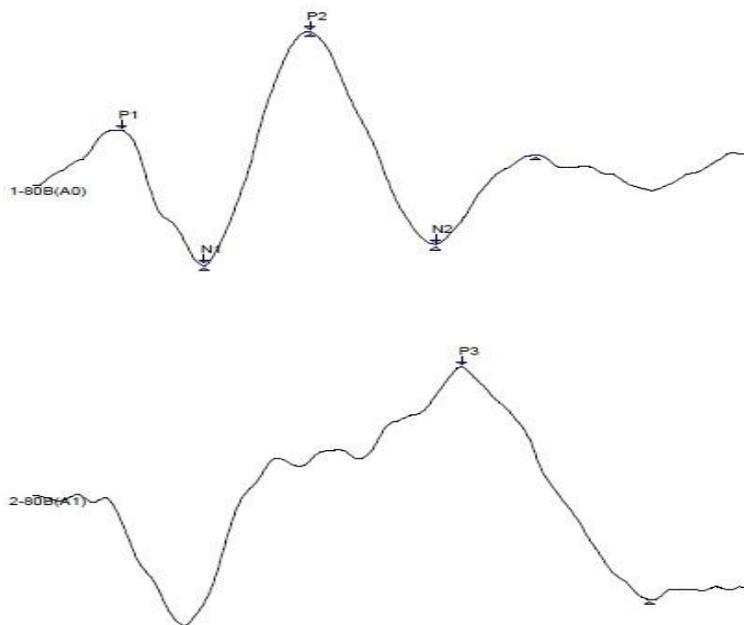


Figura 1: imagem ilustrativa do PEALL. 1 corresponde a onda frequente – 2 corresponde a onda rara. Fonte: arquivo pessoal da orientadora.

A análise do PEALL em conjunto com exames de imagem consegue expor de forma mais fidedigna a ativação das áreas corticais, trazendo evidências mais concretas sobre os sítios geradores envolvidos na sua formação. As prováveis áreas corticais envolvidas foram descritas por McPherson (1996), sendo que as projeções talâmicas e do córtex auditivo e o sistema sensorial estão envolvidos apenas na formação na onda P1, já o córtex auditivo supratemporal e o sistema polissensorial não específico compartilham da formação de N1, P2 e N2. Para a onda P3 observa-se contribuição do lobo frontal, hipocampo e córtex auditivo.

A estimulação sonora pode ser eliciada utilizando o paradigma *oddball*, com estímulos frequente e infrequente, verbais ou não, sendo mais comum o

uso do estímulo *tone burst*. Com o avanço das pesquisas compreende-se que a utilização de estímulos verbais gera informações sobre o processamento de sinais complexos e estímulos com contraste de vogais, palavras e até sentenças, que auxiliam nesta investigação (KORCZAK *et al.*, 2005). A discriminação de estímulos verbais exige um esforço maior do sistema auditivo, a duração também interfere no processo de codificação dos sons, sendo proporcional ao tempo de decodificação necessário utilizado pelas estruturas do córtex, podendo prolongar as latências do potencial devido as características acústicas (LINDEN *et al.*, 2005j POLICH *et al.*, 2007j ALVARENGA *et al.*, 2013j MATAS *et al.*, 2015).

Dentre os estudos encontrados na literatura destacam-se estudos que comparam estímulos verbais com os não verbais (ALVARENGA *et al.*, 2013j MASSA *et al.*, 2011j OPPITZ *et al.*, 2015), em diferentes populações como neonatos (MELO *et al.*, 2016), crianças típicas e com dificuldade de aprendizagem (SOUZA *et al.*, 2017), adultos falantes de língua inglesa (OPPITZ *et al.*, 2017) e em diferentes etiologias como Síndrome de Down (CESAR *et al.*, 2010), disfunção vestibular periférica (SANTOS FILHA *et al.*, 2018).

O quadro 1 apresenta um resumo dos estudos em adultos limiares auditivos normais da mesma faixa etária do presente estudo, utilizados para a discussão dos achados.

Quadro 1) Resumo dos artigos referentes às avaliações com PEALL em adultos com limiares auditivos normais.

Autores	Objetivo	Amostra			Equipamento	Estímulo	Análise	Resultados	Conclusão
		Sujeito	Idade	População					
MACHADO et al., 2009	Comparar valores de latência e amplitude de P3 com a literatura. Verificar correlação entre Sexo e fases do ciclo menstrual.	22 sujeitos, 12 mulheres e 10 homens	18 a 31 anos	Normal	<i>Amplaid MK22</i>	Estímulo tone)burst de 1 e 2 KHz.	P3	A população apresenta valores de latência para P3 dentro da normalidade. Apenas a amplitude foi influenciada pelas variáveis de sexo e ciclo menstrual, sendo maiores nas mulheres.	Os valores de latência da amostra não sofreram influência da variável sexo, ciclo menstrual e situação estando dentro dos valores estimados de 220 e 380ms.
CÉSAR et al., 2010	Avaliar as Latência e amplitude do PEALL e suas alterações em indivíduos jovens adultos com síndrome de Down	17 sujeitos com síndrome de <i>Down</i> e 34 sujeitos normais.	18 e 39 anos	Normais e portadores de síndrome de <i>Down</i>	<i>Nicolet Compact Auditory – Nicolet Biomedical Instruments</i>	Estímulo tone) burst 750 Hz e 2000 Hz.	N1, P2, N2 e P3	Latências para N1P2N2P3 aumentadas e amplitude N2P3 diminuída nos sujeitos com síndrome de down.	Em sujeitos com síndrome de <i>Down</i> ocorre aumento de latência e diminuição de amplitudes significativas.
MATAS et al., 2011	Avaliar a estabilidade dos potenciais evocados auditivos em adultos normais	49 sujeitos – 25 mulher 24 homens	18 a 40 anos	Normal	<i>Traveler Express Biologic</i>	Estímulo tone)burst em 1 e 1,5 kHz.	P3	Observou)se diferença entre os gêneros para ondas III e V e interpicos I)III e I)V do PEATE e amplitude N2)P3 do P300. Não houve diferença para latência de P3.	Observou)se estabilidade nos potenciais evocados auditivos em condição de reteste na população, com exceção da amplitude N2)P3.
MASSA et al., 2011	Comparar o P300 com estímulos verbais e não verbais.	15 sujeitos homens	22 e 55 anos	Normal	<i>Navigator Biologic</i>	Estímulo tone)burst de 1 e 2 kHz. Verbal BA/DA.	P3	O P3 com estímulo verbal apresentou latências maiores e amplitudes menores em relação ao estímulo não verbal	Não houve diferença entre as orelhas para os dois estímulos. O estímulo verbal apresentou maiores latências e menores amplitudes.

ALVARENGA et al., 2013	Caracterizar o PEALL com estímulos de contrastes vocálico e consonantal	31 sujeitos, 13 femininos e 18 masculinos	7 a 30 anos	Normais	<i>Biologic's Evoked Potential System</i>	Verbal BA/DA. contraste vocálico /i/)/a/.	N1, P2, N2 e P3	Houve diferença entre o contraste vocálico e latências para N2P3, assim como entre o canal ativo considerado (Fz/Cz) e os valores de latência e amplitude de P3	O estímulo vocálico ou consonantal, apresentou influência nos componentes N2 P3, devendo ser levado em consideração.
REIS et al., 2014	Analisar a variação das em latência e amplitude do potencial cognitivo em condição de teste e reteste.	32 sujeitos) 12 homens e 20 mulheres	18 a 25 anos	Normal	<i>Biologic</i>	Estímulo <i>tone burst</i> de 1 e 2 KHz.	N1, P2, N2 e P3	Não houve diferenças significativas na comparação dos valores de latência e amplitude na condição de teste e reteste. Apenas a onda P3 nas mulheres apresentou variância significativa para latência.	Não há diferença para as latências e amplitude do P3 em teste e reteste para as variáveis: gênero, fixação dos eletrodos (Cz e Fz). A latência da onda P3, apresentou diferença significativa para o gênero feminino na condição de teste e reteste.
OPPITZ et al., 2015	Descrever as latências de P1N1P2N2P3 e amplitude de P3 para diferentes estímulos e classificar presença e ausência destas informações	30 sujeitos – 15 homes e 15 mulheres	18 a 35 anos	Normal	IHS	Estímulos <i>tone burst</i> de 1 e 4 KHz. Verbais: BA/GA – BA/DA – BA/DI.	P1, N1, P2, N2 e P3	P1N1P2 não apresentaram diferença significativa entre os estímulos para AO. N2 e P3 apresentaram diferença significante para latência AO, sendo <i>tone burst</i> com menores latências e BA/DI maiores para N2 e BA/GA para P3.	Houve diferença significativa para N2 e P3 em relação aos estímulos. A amplitude de P3 não apresentou diferença
DIDONÉ et al., 2016	Estabelecer valores de referência para a latência do potencial cognitivo P300 com estímulos <i>tone burst</i> .	18 adultos) 15 homens e 13 mulheres	18 a 59 anos	Normais	Contronic	Não verbal 1KHz e 2KHz	P3	A média de latência para P300 de 305ms.	Usando o protocolo descrito, o valor máximo de latência aceitáveis para P300 foram de 362,5ms (305 + 2DP 28,75) na

									faixa etária do adulto de 18 a 59 anos
OPPITZ et al., 2017	Investigar e comparar as habilidades auditivas em normoouvintes estudante da língua inglesa através de teste comportamental e de teste eletrofisiológico.	39 sujeitos.	18 a 35 anos	Normais, estudantes dos níveis avançado (GA), intermediário (GI) e básico (GB) de inglês.	IHS	Verbal BA/DI.	P1, N1, P2, N2 e P3	o GB, apresentou amplitude de N1 e P2, com maiores valores para a OE e o GI, para a amplitude de P1, N1 e P2, com maiores valores para a OE, o GA, para a latência do componente N1, com maiores valores para a OE, e, para as amplitudes dos componentes P2, N2 e P3, com maiores valores para a OE, sendo estes resultados com diferença significativa.	Concluiu-se que o nível de inglês aumenta a conexões neurais diminuindo a latência de N1 melhorando a habilidade de resolução temporal.
PEREZ et al., 2017	O objetivo do estudo foi identificar a confiabilidade dos componentes do P3 (latência e amplitude) ao longo de 4)6 semanas e o estímulo auditivo mais estável com a melhor concordância teste) reteste.	10 mulheres	17 e 30 anos	Normais	IHS	Verbal e não verbal: BA//DA e 1KHz/2KHz	P3	Não houve correlação significativa nas medidas de latência entre tom puro e estímulos de fala e sessões. Houve uma correlação intrasujeito significativa entre as medidas de latência e amplitude.	As respostas de amplitude são mais robustas para o estímulo de fala quando comparadas com sua contraparte de tom puro. O P300 indicou estabilidade para as medidas de latência e amplitude quando o teste) reteste foi aplicado. A confiabilidade foi maior para amplitude do que para latência, com melhor concordância quando utilizado o estímulo de tom puro.
SANTOS FILHA et al., 2018	Avaliar a via auditiva em nível de tronco encefálico e cortical	19 adultos	Maiores de 18 e 80 anos	Audição normal e exames	IHS	Verbal: BA/DI.	P1, N1, P2, N2 e P3	Encontradas latências médias do PEALL dentro da normalidade, para os dois grupos. Aumento de	Não houve relação significativa entre os grupos. DV apresentou latências maiores para

	em indivíduos com disfunção vestibular periférica.			sugestivos de disfunção vestibular e disfunção Vestibular Periférica Deficitária.				latência III e V para OE e intervalo I e III AO. Na comparação dos grupos, apenas o intervalo III e V para OD. No PEALL, houve diferença entre os grupos, mas sem significância.	P1N1P2N2 e DVPD latência maior para P3. No PEATE, houve aumento para DV latência absoluta e para DVPD em nos interpicos.
LUNARDELO et al., 2019	Caracterizar P1N1 para os estímulos verbal e não verbal	21 sujeitos, 8 mulheres e 13 homens	18 a 30 anos	Normais	IHS	Estímulo clique e a sílaba /da/.	P1 e N1	Observou-se diferenças significantes para a amplitude de P1N1 entre as orelhas sendo na P1 os valores maiores na OE e em N1 maiores para OD. O estímulo verbal apresentou valores de amplitude e latência da N1 foram maiores.	N1 apresentou maior ocorrência e diferença significativa entre os tipos de estímulos.

Legenda: KHz) Mil Hertz n PEALL) Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência n ms) milissegundos n PEATE) Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico n GB) grupo básico n G1) grupo intermediário n GA) grupo avançado n OD) orelha direita n OE) orelha esquerda n DV) disfunção vestibular n DVPD) disfunção vestibular periférica deficitária.

Para compor a revisão de literatura e a discussão, foram selecionadas pesquisas realizadas preferencialmente na mesma faixa etária deste estudo, com adultos típicos em pelo menos um grupo. Dentre os estudos citados, foram selecionados alguns que merecem destaque nessa revisão.

Observou-se que os estudos que utilizaram estímulos não verbais como tone burst (MACHADO *et al.*, 2009; CÉSAR *et al.*, 2010; MATAS *et al.*, 2011; REIS *et al.*, 2014; Oppitz *et al.*, 2015) apresentaram 100% de ocorrência dos componentes pesquisados. Os estímulos não verbais exigem menor esforço do sistema auditivo central para sua codificação, sendo assim, é comum que ao utilizar um estímulo simples, o processamento auditivo do sinal seja realizado de uma forma mais eficiente, quando comparado aos estímulos complexos.

Os estudos que utilizaram os estímulos verbais diferiram em relação à ocorrência dos componentes. Para Alvarenga *et al.*, (2013) o componente N2 apresentou 83,33% de ocorrência na população. Oppitz *et al.*, (2015) evidenciou o componente N2 em apenas 46,67%. Para Santos Filha *et al.*, (2019) os componentes que apresentaram menor ocorrência foram P1 com 40% e P3 com 60%. Observou-se que o componente N2 é o que apresenta menor ocorrência entre os achados.

O estudo de Oppitz *et al.*, (2015) compara as duas formas de estimulação em adultos com limiares auditivos normais e evidencia a divergência dos achados verbais e não verbais em uma mesma população. Uppenkamp *et al.*, (2006) e Samson *et al.*, (2011) defendem que o uso de estímulos verbais pode ocasionar alteração em latência e amplitude dos componentes, uma vez que o PEALL sofre influência das características físicas do estímulo, como duração e frequência. Todavia, os estímulos complexos são ideais para investigação das bases neurais envolvidas no processo de detecção e discriminação da fala.

Rocha *et al.*, (2020) buscou conhecer o comportamento dos potenciais corticais mediante à apresentação de ruído modulado simultâneo ao estímulo de fala. Por ser um trabalho inovador, apresentamos ele nesta revisão de literatura, mesmo sem termos o ruído como tema de estudo. A autora aponta que os resultados demonstraram maiores latências para os componentes corticais, exceto P2.

Pelaquim (2019) gerou valores de latência e amplitude em adultos para o PEALL, no IHS. A pesquisadora não observou diferença entre as orelhas para

os valores de latência no PEALL, apenas para amplitude de N1. Estes dados não foram utilizados como normalidade para esta dissertação, pois a pesquisa foi realizada a partir de estimulação não verbal.

2.2 FREQUENCY FOLLOWING RESPONSE

A avaliação objetiva do SNAC a partir dos PEAs demonstra a ativação de diversas estruturas da via auditiva central, sua funcionalidade e o processamento dos sinais acústicos (BURKARD^H SECOR, 2002). Este processamento envolve a percepção do estímulo pelo SNAC e sua codificação (SKOE^H KRAUS, 2010).

A fala é um estímulo sequencial produzido por três a seis sílabas por segundo (LAVER, 1994) e para que haja o processamento deste sinal acústico, é necessária a integridade do SNAC associada às habilidades de detecção dos elementos representativos do discurso como localização sonora, percepção de tempo e *pitch* (SHINN^H CUNNINGHAM^H BEST, 2008^H SAYLES^H WINTER, 2008) em um curto período, desde o início até o fim do estímulo (JOHNSON *et al.*, 2005). O uso do estímulo verbal para captação das respostas eletrofisiológicas possibilita a obtenção de respostas mais fidedignas sobre o processo de codificação realizado pelo SNAC. A capacidade de processar este estímulo adequadamente é uma tarefa complicada e envolve vários estágios e eventos neurais até alcançar o córtex auditivo (SCOTT^H WISE, 2004). O primeiro estudo registrado em humanos descrevendo a obtenção de respostas neurais diante a codificação de sons verbais, surgiu por volta de 1973, desenvolvido por Moushegian e colaboradores.

Nos últimos anos, esse campo de análises vem ganhando mais força entre os profissionais que buscam compreender melhor o processamento dos estímulos verbais pelo SNAC (RUSSO *et al.*, 2004). A avaliação que possibilita investigar a funcionalidade da região subcortical por muito tempo foi chamada de Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico com estímulo fala (SKOE^H KRAUS, 2010), porém, à medida que estudos foram sendo realizados com o objetivo de compreender melhor este potencial, surge uma nova recomendação da terminologia, mais fidedigna às características do teste, *Frequency Following Response* (KRAUS *et al.*, 2017).

Ao usar estímulos complexos, o processamento acústico ocorre em níveis mais superiores da via auditiva central, no subcórtex ou córtex. Enquadrar este potencial na classificação dada pela latência é um equívoco, uma vez que as respostas geradas pelo potencial apresentam latência entre 7 e 50ms, apresentando respostas ao longo de grande parte da via auditiva (SKOEH KRAUS, 2010).

Os achados referentes aos sítios geradores deste potencial ainda são bastante incertos, porém alguns autores (BANAI E KRAUS, 2008; SKOEH KRAUS, 2010, COFFEY *et al.*, 2016) defendem que este potencial tem contribuição de toda a trajetória no SNAC, incluindo contribuição cortical, como já supracitada. WHITE?SCHWOCH *et al.*, (2017) defendem a porção subcortical como principal gerador deste potencial, incluindo estruturas como colículo inferior do mesencéfalo auditivo. Um estudo recente (BIDELMAN, 2018) pesquisou o FFR associado a exames de imagens e conseguiu evidenciar que os sítios geradores do FFR variam de acordo com a frequência (Hz) do estímulo utilizado, sendo gerado em grande parte pelo subcórtex.

A sílaba mais utilizada para realização do FFR é /da/ composta por uma consoante sonora e uma vogal aberta, presente na grande maioria dos inventários fonéticos, possibilitando que este potencial seja realizado em qualquer população. Assim como os demais potenciais como PEATE ou PEAML, o FFR também gera como resposta ondas neurais para o estímulo, porém, ele apresenta um diferencial à medida que traduz as propriedades acústicas do estímulo utilizado, preservando as formantes da fala na resposta, expondo sua complexidade e a atividade neural diante a codificação dos sons (HORNICKEL *et al.*, 2011; KRAUS *et al.*, 2017) (Figura 2).

O SNAC gera respostas transitórias e sustentadas dependendo do tempo de duração do estímulo utilizado. Estímulos breves e não periódicos geram respostas transitórias, assim como estímulos periódicos provocam respostas sustentadas. O traçado do FFR, que pode ser segmentado em *onset* e *Frequency Following Response*, é analisado a partir da identificação de sete componentes que descrevem de forma fiel os elementos acústicos da sílaba (SKOEH KRAUS, 2010; KUMAR; SINGH, 2015). Os componentes V e A, também identificados como complexo VA, representam o elemento transitório (porção transiente) da sílaba e são identificados por volta de 7 a 10ms após a

estimulação sonora, refletindo a decodificação de sinais rápidos próprios das consoantes. Os componentes seguintes, entre 18 e 50ms, expõem a parte harmônica do estímulo e são representados pelo *Frequency Following Response*, iniciando pelo componente C que marca o início do vozeamento e a transição da consoante para a vogal (RUSSO *et al.* 2004). A fase sustentada, com o bloqueio da fase da sílaba é representada pelos componentes D, E e F, seguidos pelo componente O que reflete o fim da sílaba (*offset*) (SKOEHL KRAUS, 2010; KUMAR; SINGH, 2015).

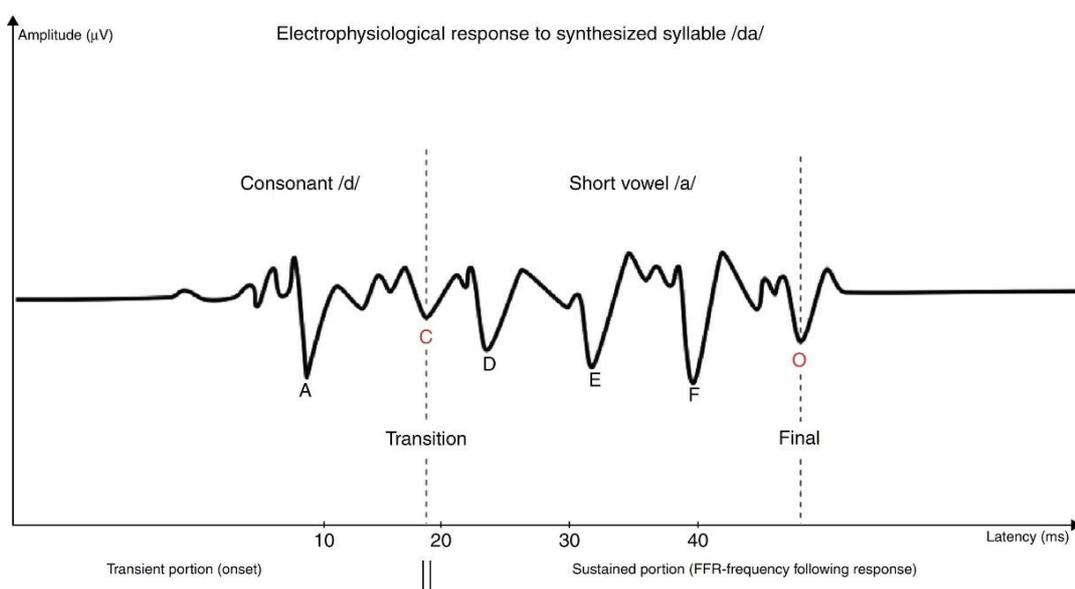


Figura 2: imagem ilustra a preservação das características do estímulo na resposta neural. Fonte: SANFINS *et al.*, 2017. Uso de imagem autorizado pelos autores.

Para a análise do FFR leva-se em consideração o tempo e a frequência, que utilizam sistemas como o Sistema *Auditory Evoked Potentials* (AEP) presente nos equipamentos de eletrofisiologia e o MATLAB (*Mathworks, Inc.*). No domínio de tempo busca-se a identificação das sete ondas do potencial, já citadas anteriormente, marcadas manualmente pelo avaliador. A partir daí observa-se a latência, amplitude e ainda o *slope* que reflete características sobre a sincronização temporal dos geradores da resposta (ANASTASIOU; HYPOLITO, 2015). O domínio de frequência, é uma análise objetiva, feita a partir do programa MATLAB, que fornece informações objetivas sobre a precisão espectral, expondo características do processamento do estímulo

como frequência e *pitch*, observado pela frequência fundamental e o segundo formante (SKOE *et al.*, 2010). Ressalta-se aqui a importância da realização desta análise, quando possível, para agregar ainda mais importância as respostas obtidas pelo FFR.

Estudos apontam que o FFR é um potencial muito pesquisado na população adulta jovem, descrevendo valores e sendo, em grande parte, associado a diferentes fatores como as queixas de compreensão de fala (SILVA, 2016), diferentes etnias (JALAEI *et al.*, 2017), fluência em diferentes línguas (KARAWANI e BANAI, 2010), sexo (KRIZMAN e SKOE, 2012), psicoses (TARASENKO *et al.*, 2014), treinamento auditivo (HAYES *et al.*, 2003), envelhecimento (MAMO *et al.*, 2015 e PEIXE *et al.*, 2018) entre outros.

O quadro 2 apresenta o resumo dos estudos realizados em adultos que serão utilizados para a discussão dos resultados.

Quadro 2) Resumo dos artigos referentes ao FFR em adultos com limiares auditivos normais.

Autores	Objetivo	Amostra			Equipamento	Sílabas	Estimulação	Análise	Resultados	Conclusão
		Sujeitos	Idade	Diagnóstico						
Rocha et al., 2010	Caracterizar os achados do FFR em adultos típicos	50 sujeitos, 22 homens e 28 mulheres	19 e 32 anos	Normal	<i>Navigator Pro</i>	/da/	2 varreduras de 1000 estímulos	V e A	Análise do complexo VA em amplitude, latência e <i>slope</i> . As os componentes apareceram em 100% da amostra	O FFR é uma ferramenta para avaliar a codificação dos sons em nível de tronco encefálico
Karawani, Banai, 2010	Caracterizar as respostas do FFR em falantes de árabe e hebraico	37 sujeitos 27 mulheres e 10 homens	18 a 28 anos	Normal	<i>Navigator</i>	/da/	2 varreduras de 3000 estímulos	V, A, C, D, E, F e O	Não houve diferença entre os grupos de falantes	O FFR não sofre influência do idioma para árabes e hebraicos.
Ahadi et al., (2014)	Investigar a influência do gênero no FFR quando apresentados simultaneamente em ambas as orelhas.	48 sujeitos, 25 mulheres e 23 homens	20 e 28 anos	Normal	<i>Navigator Pro</i>	/da/	2 varreduras de 3000	V, A, C, D, E, F e O	As mulheres apresentaram latências menores em relação aos homens, porém sem significância estatística	As diferenças entre mulheres e homens podem alterar a codificação neural das pistas acústicas dos estímulos da fala no nível subcortical.
Skoe et al., 2015	Descrever as variações mais sutis na função auditiva do tronco cerebral da	586 sujeitos	0 a 73 anos	Normal	<i>Navigator pro</i>	/da/	3 varreduras de 3000 estímulos	V, A, D, E, F e O	Descrição dos achados para todas as faixas etárias do estudo. Observa-se o aumento da latência assim como a diminuição da ocorrência das ondas com processo de envelhecimento.	Este estudo estabelece que a plasticidade do desenvolvimento do tronco cerebral auditivo continua bem depois dos 2 anos, colocando em questão

	infância até a oitava década de vida.									a sabedoria convencional da linha do tempo de desenvolvimento do tronco cerebral auditivo.
Silva, 2016	Investigar a funcionalidade da via auditiva em nível de tronco encefálico através do FFR e de testes comportamentais, em adultos com e sem queixas de compreensão de fala.	60 adultos 30 homens e 30 mulheres	18 a 35 anos	Normais, com e sem queixa de compreensão de fala	IHS	/da	3 varreduras de 1000 estímulos	V, A, C, D, E, F e O	Os testes comportamentais não apresentaram diferença entre os grupos, não tendo correlação com a queixa e os exames eletrofisiológicos. O FFR apresentou maior alteração no grupo com queixa de compreensão, porém sem significância.	Foi possível avaliar os dois grupos não apresentando diferença significativa tanto para o FFR quanto para os testes comportamentais.
JALAEI et al, 2017	Comparar magnitude da diferença do gênero no FFR em aplicação mono e binaural	34 sujeitos 18 mulheres e 16 homens	19 a 30 anos	Normal	<i>Navigator pro</i>	/da/	2 varreduras de 3.584 estímulos	V, A, D, E, F e O	A estimulação binaural não alterou a latência, mas produziu ondas com amplitudes significativamente maiores que a estimulação monoaural.	A magnitude da diferença de gênero entre os dois modos de estímulo revelou alguns padrões distintos. Os dados normativos específicos para o gênero são altamente recomendados para o FFR.
Peixe et al, 2018	Estudar a aplicabilidade do FFR em adultos com perda auditiva	11 sujeitos	18 e 59 anos	Perda auditiva neurosensorial até grau moderadamente severo	IHS	/da/	3 varreduras de 1000 estímulos	V, A, C, D, E, F e O	Apenas a onda C apresentou latência maior nos adultos com perda auditiva, quando comparado ao outro estudo	O FFR pode ser aplicado em perdas até grau moderadamente severo, são sofrendo influência da perda auditiva periférica

Sanguebuc he et al., 2019	Comparar dois protocolos de estimulação do FFR, descrever os achados e ocorrência	30 sujeitos	18 a 30 anos	Normal	IHS	/da/	3 varreduras de 1000 estímulos e 2 varreduras de 3000 estímulos	V, A, C, D, E, F e O	Não houve diferenças de latência e interpicos entre os protocolos. Observou-se maior ocorrência de ondas na estimulação de 2 séries de 3.000 varreduras, com significância apenas para o vale A	O protocolo de 2 séries de 3.000 varreduras foi melhor para FFR considerando a maior ocorrência de ondas.
Durante e Oliveira, 2020	Analisar os componentes do FFR em latência, amplitude e slope e comparar com a literatura internacional	11 mulheres	18 a 30 anos	normal	IHS	/da/	2 varreduras de 3000 estímulos	V, A, C, D, E, F e O	100% de ocorrência em todos os componentes do FFR na amostra. Descrição e comparação dos achados	As respostas do FFR para a população apresentaram valores das variáveis compatíveis com a literatura internacional.

Legenda: FFR = Frequency Following Response; IHS = Intelligent Hearing Systems

Entre os estudos de FFR citados, alguns merecem destaque nessa revisão. Em relação a ocorrência das ondas, observa-se uma grande divergência de achados entre os autores citados na Tabela 2. Essas diferenças de latências e ocorrências evidenciadas podem estar relacionadas aos diferentes equipamentos utilizados (*IHS, Portátil Traveler Express, Navigator e Navigator pro*), assim como o número de estímulos ou a escolha metodológica para marcação das ondas.

Alguns estudos (FILIPPINI e SCHOCHAT, 2009^R KARAWANI e BANAI, 2010^R ROCHA *et al.*, 2010^R JALAEI *et al.*, 2017^R DURANTE e OLIVEIRA, 2020) apresentaram 100% de ocorrência em todos os componentes analisados no FFR. Dentre estes estudos, observa-se a semelhança entre o número de estímulos utilizados pelos pesquisadores, diferente apenas para Rocha *et al.*, (2010) que obteve 100% de ocorrência nas respostas para o complexo VA com apenas 2 varreduras de 1000 estímulos VA.

Os demais estudos (AHADI *et al.*, 2014^R SKOE *et al.*, 2015^R SILVA, 2016^R PEIXE *et al.*, 2018^R SANGUEBUCHE *et al.*, 2019) apontam ausência de pelo menos um componente no FFR. Para Ahadi *et al.*, (2014) os componentes C, D e F apresentaram menor ocorrência, sendo o percentual do componente C (85,42%) o menor evidenciado. Os achados de Skoe *et al.*, (2015) D, F e O não estiveram presentes em 100% da amostra, sendo o componente D com maior ausência de 4,20%. Peixe *et al.*, (2018) não evidenciaram, em 9,1% da amostra, os componentes V, A, C, D, E e F. No estudo de Silva (2016) nenhum componente apresentou 100% de ocorrência, sendo o componente D com maior ausência de 16,7%. Para Sanguebuche *et al.*, (2019) os componentes V, A, C, E e O também não foram evidenciados em toda a amostra, sendo a maior porcentagem para V e C de 16,7%. Dentre estes achados acima, notou-se que o componente D apresentou ausência em quase todos os estudos.

Mesmo sem ser o foco deste estudo, é necessário mencionar a cerca da utilização do ruído no FFR. Pinheiro (2020) avaliou o FFR com presença de ruído mascarante apresentado pré estimulação, em adultos com limiares auditivos normais de 18 à 26 anos. Constatou aumento nas latências, redução das amplitudes do complexo VA e a diminuição do valor do *SLOPE* e área, nessa condição. Este estudo expõe a complexidade do processamento do estímulo verbal pelas estruturas do SNAC, podendo ser afetado pela presença

de ruído, que mesmo que não simultâneo, é capaz de desorganizar a sincronia dos neurônios e modificar a morfologia das ondas. Hodge e colaboradores (2018) também estudaram a prevalência das respostas do FFR frente ao mascaramento direto, observando falhas em recuperação do potencial para retornar a linha de base, defendendo a influência nos aspectos temporais do estímulo pelo ruído.

Não foram encontrados estudos na literatura compulsada, que investigassem a relação existente entre os achados do FFR associados aos achados do PEALL.

3. METODOLOGIA

Estudo de carácter prospectivo, transversal, quantitativo e qualitativo. Todos os procedimentos foram realizados no ambulatório de audiologia do Hospital Universitário de Santa Maria (HUSM) e no prédio de apoio, Serviço de atendimento fonoaudiológico da UFSM (26;E), devido a disponibilidade de equipamentos. Os dois locais contaram com a mesma infraestrutura e equipamentos. Este estudo fez parte do projeto *Frequency Following Response* e processamento auditivo comportamental: uma correlação em adultos com limiares auditivos normais, da mesma orientadora, registrado no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) em Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) sob nº 23081.019037/2017;19.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA E ASPECTOS ÉTICOS

Os sujeitos que participaram da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A), em que consta a descrição dos procedimentos, riscos, benefícios e confidencialidade (APÊNDICE B) dos dados, seguindo todos os preceitos éticos, conforme a Resolução 510/16 do Conselho Nacional de Saúde.

Os participantes receberam as avaliações básicas de audição gratuitamente e foram orientados sobre os resultados de cada avaliação. Os indivíduos que apresentaram alterações condutivas, perda auditiva ou

alteração em um nos testes, foram encaminhados aos profissionais necessários (médico ou fonoaudiólogo) via Secretaria de Saúde.

A amostra foi composta por voluntários convidados via redes sociais. O cálculo amostral não foi realizado por este estudo ter análises qualitativas e quantitativas. Estudos deste carácter tendem a gerar uma vasta casuística, sendo inviável contemplá-la no período de coleta destinado ao mestrado.

3.2 CASUÍSTICA

3.2.1 Critérios de inclusão

- Idade entre 18 e 35 anos^R
- Ambos os gêneros^R
- Limiares auditivos tonais dentro dos padrões de normalidade (até 25 dB NA em todas as frequências (250 a 8000 Hz) (OMS, 2014)^R
- Curva timpanométrica do tipo A e reflexos acústicos contralaterais presentes bilateralmente (JERGER, 1970)^R
- Normalidade em dois testes de Processamento Auditivo Central (PAC): Teste Dicótico de Dígitos (TDD) na etapa de integração binaural (PEREIRA e SCHOCHAT, 2011) e *Random Gap Detection Test* (RGDT) (KEITH, 2002)^R & Normalidade no PEATE em latência absoluta e interpicos (WEBSTER, 2017).
- Destros^R
- Falantes apenas do idioma português (brasileiro)^R

3.2.2 Critérios de exclusão

- Histórico de trauma craniano ou cerebral, acidente vascular cerebral^R
- Alterações de fala, psiquiátricas ou neurológicas aparentes^R
- Zumbido Crônico^R
- Síndromes de origem genética^R
- Uso de medicação contínua que rebaixe a cognição^R
- Dependência química^R
- Tontura e vertigem.

3.3 PROCEDIMENTOS

Os procedimentos do estudo foram divididos em duas etapas, realizados no mesmo dia, para composição da amostra e para os resultados da pesquisa.

3.3.1 Procedimentos para composição da amostra

3.3.1.1 *Anamnese*: realizada para coletar dados de identificação dos indivíduos, informações sobre doenças, medicações, descartar comprometimentos e/ou histórico familiar de doenças auditivas.

3.3.1.2 *Meatoscopia*: realizada com otoscópio, para verificar a presença de cerúmen ou alteração no meato acústico externo, que poderia inviabilizar a realização da avaliação audiológica.

3.3.1.3 *Audiometria tonal limiar (ATL)*: realizada em cabina tratada acusticamente com fones supra;aurais, modelo TDH;39, marca *Telephonics*, com o audiômetro, modelo AD226d, marca *Interacoustics*. A pesquisa dos limiares auditivos de via aérea foi realizada nas frequências de 250 a 8000Hz, de forma monoaural, utilizando-se a técnica descendente;ascendente.

3.3.1.4 *Logaudiometria*: o Limiar de Reconhecimento de Fala (LRF) foi pesquisado utilizando palavras dissílabas, pela técnica descendente; ascendente. O Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF), foi realizado com 40 dB fixos acima da média tritonal com 25 palavras monossílabas.

3.3.1.5 *Medidas de imitância acústica (MIA)*: realizada utilizando o imitanciômetro, modelo AT235, marca *Interacoustics*, onde foi pesquisada a curva timpanométrica e os reflexos acústicos contralaterais de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz.

3.3.1.6 *Teste Dicótico de Dígitos (TDD)*: Utilizado como rastreio para alteração da habilidade de figura fundo para sons verbais (PEREIRA & SCHOCHAT, 1997). Realizado apenas na etapa de integração binaural, a 40dBNS. Foram apresentados quatro números, dois em cada orelha, de forma simultânea, onde o indivíduo foi orientado a repetir os números ouvidos, independente da ordem. A análise foi feita somando o número de erros e multiplicando por 2,5%, subtraindo de 100 para obter a porcentagem de acertos.

O padrão de normalidade utilizado foi de 95% em ambas as orelhas para a faixa etária do estudo (PEREIRA & SCHOCHAT, 2011).

3.3.1.7 *Randon Gap Detection Test (RGDT)*: também utilizado como rastreo para alteração de resolução temporal. Foram apresentados tons puros nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, com intervalos aleatórios que variaram de 0 a 40 ms. O sujeito necessitou identificar a presença de 1 ou dois tons e responder um para um apito e dois quando identificasse a presença do gap. O teste foi aplicado na condição binaural, em intensidade de 50 dBNS. O padrão de normalidade utilizado é de ≤ 10 ms e a conclusão do exame é feita a partir de uma média entre as 4 frequências, marcadas a partir do momento que o sujeito identificou o gap (BRAGA, PEREIRA, DIAS, 2015).

3.3.1.8 *Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE)*: os indivíduos foram acomodados em uma poltrona. Foi realizada a higienização da pele com pasta abrasiva da marca *NUPREP*, nos locais onde foram colocados o eletrodo ativo (Fz) na porção central e superior da frente, o eletrodo terra (Fpz) na porção central e inferior da frente e os eletrodos de referência M1 e M2 nas mastoides esquerda e direita, respectivamente. Foram fixados com pasta eletrolítica da marca *MAXXIFIT* e esparadrapo microporoso. Os estímulos foram apresentados utilizando fones de inserção. Os valores de impedância mantidos iguais ou inferiores a 3Kohms e o número de artefatos não ultrapassou 10% do número de estímulos. Os parâmetros utilizados serão apresentados no quadro 3 a seguir.

Quadro 3 – Parâmetros para realização do PEATE:

Parâmetros	Configuração
Equipamento	<i>Smart Ep</i> – IHS
Orelha estimulada	OD/OE
Estímulo	Não verbal
Tipo do estímulo	Clique
Duração	100 μ sec
Polaridade	Rarefeita
Intensidade	80 dBnHL
Velocidade	27,7/sec
Reprodutibilidade	2 varreduras de 2048
Filtro	100;3000Hz
Janela	12 ms

Legenda: PEATE – Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico[®] IHS – *Intelligent Hearing Systems*[®] OD – Orelha Direita[®] OE – Orelha Esquerda[®] μ sec – microsegundos[®] dBnHL – nível de audição[®] sec – segundos[®] Hz – Hertz[®] ms – milissegundos.

Para análise dos traçados, foram levadas em consideração a latência e reprodutibilidade das ondas I, III e V, bem como os intervalos interpicos I;III, III; V e I;V. Foram considerados alterados os indivíduos que não apresentaram latências dentro da normalidade considerando dois desvios padrões ou a ausência de onda. Os valores considerados para normalidade foram os expostos a seguir no quadro 4 (WEBSTER, 2017).

Quadro 4 – Valores de referência para o PEATE (WEBSTER, 2017):

	Latência (ms)	Desvio Padrão (ms)
Onda I	1,66	0,101
Onda III	3,87	0,146
Onda V	5,68	0,119
Interpico I/III	2,21	0,142
Interpico III/V	1,81	0,105
Interpico I/V	4,02	0,131

Legenda: ms – milissegundos.

3.3.2 Procedimentos da pesquisa

3.3.2.1 *Frequency Following Response (FFR)*: foi realizado com a mesma montagem dos eletrodos que a utilizada para a avaliação o PEATE. As respostas foram eliciadas a partir do estímulo com a sílaba /da/ de 40ms fornecida pelo fabricante do equipamento. Os artefatos não ultrapassaram 10% do número de estímulos. As análises de frequências não foram possíveis no IHS. A marcação das respostas foi realizada em uma terceira onda, composta após a somatória das duas coletas de 3000 estímulos, com filtro do traçado ativado em: *Process Filter Type*[®] o F/R foi colocado em 19 *pnt* e *bandpass* 100 Hz – 2000 H. Os componentes pesquisados foram V, A, C, D, E, F e O, utilizando como critério para marcação a latência e representatividade neural. Primeiramente foi realizada a análise da latência dos componentes, seguidos pela marcação da amplitude e cálculo do *slope*. Os componentes foram marcados quando apresentaram amplitude positiva (V) e negativa (A, C, D, F,

E e O) com base na linha de pré-estimulação. Os parâmetros utilizados estão expostos no quadro 5 a seguir.

Quadro 5 – Parâmetros para realização do FFR:

Parâmetros	Configuração
Equipamento	Smart Ep – IHS
Orelha estimulada	OD
Estímulo	Verbal
Tipo do estímulo	Sílaba /da/
Duração	125 µsec
Polaridade	Alternada
Intensidade	80 dBnHL
Velocidade	10,09/sec
Reprodutibilidade	2 varreduras de 3000
Filtro	100;3000Hz
Janela	60 ms

Legenda: FFR – Frequency Following Response^R IHS – *Intelligent Hearing Systems*^S OD – Orelha Direita^R µsec – micrisegundo^R dBnHL – nível de audição^R s – segundos^R Hz – Hertz^R ms ; milissegundos.

Os valores de referência utilizados estão apresentados no quadro 6 a seguir (SONG, 2011), levando em consideração os valores de latência e a análise do *Slope*:

Quadro 6 – Valores de referência para o FFR (SONG, 2011).

	Latência (ms)	Desvio padrão (ms)
V	6,65	0,27
A	7,62	0,35
C	18,60	0,68
D	22,67	0,59
E	31,12	0,53
F	39,70	0,57
O	48,26	0,43
SLOPE	0,35	0,11

Legenda: ms – milissegundos.

O *slope* (relação entre a duração e a amplitude das ondas V e A) (WIBLE B, NICOL T, KRAUS N, 2004) foi calculado a partir da fórmula disponibilizada em contato direto com os autores Wible, Nicol e Kraus.

Quadro 7 – Fórmula para cálculo do *SLOPE*:

$$\frac{\text{Amplitude V} - \text{Amplitude A}}{\text{Latência A} - \text{Latência V}}$$

Quadro 5 – fórmula para cálculo do *SLOPE*, disponibilizada em contato direto com autores.

Para a análise de normalidade, foi considerado a latência das ondas. A análise de domínio de frequência, citada na revisão de literatura, não foi realizada nesta pesquisa, devido o equipamento não disponibilizar a ferramenta necessária (*MATLAB*) para sua realização.

3.3.2.2 Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (PEALL): neste potencial o eletrodo Fz foi posicionado no vértex craniano, Fpz eletrodo terra (na frente) e nas mastóides M1 orelha esquerda e M2 orelha direita (eletrodos referência). Foram utilizados estímulos verbais (silabas /ba/ e /di/), divididos em 240 estímulos frequentes /ba/ e 60 estímulos raros /di/, (80% frequentes e 20% raros). O protocolo utilizado, exposto no quadro 6 abaixo, possuiu impedância igual ou menor que 3 KΩ, com número máximo de artefatos aceitos de 10% do

total de estímulos. O indivíduo foi orientado a contar mentalmente os estímulos raros /di/.

Quadro 8 – parâmetros para realização do PEALL:

Parâmetros	Configuração
Equipamento	Smart Ep – IHS
Orelha estimulada	OD/OE
Estímulo	Verbal
Tipo do estímulo	Sílaba /ba/ x /di/
Frequência	/ba/ 240 ; /di/ 60
Polaridade	Alternada
Intensidade	80 dBnHL
Velocidade	1.1/s
Reprodutibilidade	300
Filtro	1;30 HZ
Janela	510ms

Legenda: IHS – *Intelligent Hearing Systems*[®] OD – Orelha Direita[®] OE – Orelha Esquerda[®] dBnHL – nível de audição[®] s – segundos[®] Hz – Hertz[®] ms ; milissegundos[®]

Foi realizada marcação nas ondas com amplitudes positivas e negativas, considerado os picos e vales com base na linha de pré-estimulação. Foi realizada a análise de latência e amplitude das ondas P1, N1, P2, N2 e P3 de acordo com os critérios de DIDONÉ, *et al.*, 2016 (quadro 7). Ressalta-se que a onda P3 foi analisada no traçado do estímulo raro, enquanto P1, N1, P2, N2 no traçado correspondente aos estímulos frequentes.

Quadro 9 – Valores de referência para o PEALL (DIDONÉ, *et al.*, 2016)(b).

Ondas	LATÊNCIA (ms)
P1	66;102*
N1	108;144*
P2	184;235*
N2	256;327*
P3	327;449*

Legenda: ms – milissegundos[®] * acrescido de 2 DP

3.4 Análise dos dados

Os dados foram planilhados no programa *Microsoft Office Excel* para posterior análise e comparação no *Statistica 7*.

A homogeneidade da amostra para os componentes foi testada a partir do teste de *Shapiro-Wilk*. A análise estatística de correlação entre as latências dos potenciais foi realizada por meio do teste de *Correlação de Pearson*. Para verificar associação entre as variáveis categóricas (normal e alterado) entre os potenciais foi utilizado o teste *Exato de Fisher*. O nível de significância utilizado neste trabalho foi de 5% e os valores estatisticamente significativos foram marcados nas tabelas em negrito ($p \leq 0,05$).

4. RESULTADOS

Como resultado desta pesquisa, será apresentado um artigo:

4.1 - ARTIGO ORIGINAL: POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS VERBAIS: CORRELAÇÃO E ASSOCIAÇÃO EM ADULTOS.

INTRODUÇÃO: O Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (PEALL), investiga a percepção auditiva do estímulo sonoro e ainda, habilidades como atenção e memória, abrangendo estruturas de subcórtex e córtex. O Frequency Following Response (FFR) é responsável pela avaliação de toda a trajetória da via auditiva central, expondo a codificação dos sons verbais pelo sistema. Sendo assim, o objetivo deste estudo está centrado em correlacionar e associar os achados do PEALL e do FFR em adultos jovens, levando em consideração os valores de latências dos potenciais. **OBJETIVO:** Analisar a correlação e associação entre o Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência e o *Frequency Following Response* em adultos jovens com limiares auditivos normais. **MÉTODOS:** Estudo de caráter prospectivo, transversal, quantitativo e qualitativo. Para composição da amostra foi realizado: anamnese, meatoscopia, audiometria tonal limiar e vocal, medidas de imitância acústica; TDD, RGDT e PEATE. Os procedimentos de pesquisa foram: FFR e PEALL. Todos os potenciais foram realizados no equipamento *Smart EP* da marca *Intelligent Hearing Systems* (IHS). **RESULTADOS:** Participaram da pesquisa 32 indivíduos com limiares auditivos normais (20 mulheres e 12 homens), com idade média de 22,5 anos, com normalidade no PEATE, RGDT e TDD. Observou-se correlação positiva entre o complexo VA e a onda P1, e negativa com N2 e as ondas C e N2 apresentaram correlação positiva, todas com significância estatística. Não houve associação significativa entre os indivíduos normais e alterados nos testes de forma geral e quando associados entre cada componente. **CONCLUSÃO:** As ondas V, A e C apresentam correlação com as ondas P1 e N2 do PEALL em adultos jovens. Não foram evidenciadas associações entre os resultados qualitativos do FFR e do PEALL.

Palavras chaves: adultos, audição, eletrofisiologia, subcortical, cortical

ABSTRACT

4.1 - ARTICLE ORIGINAL: VERBAL AUDITORY EVOKED POTENTIALS: CORRELATION AND ASSOCIATION IN ADULTS.

INTRODUCTION: The Long Latency Auditory Evoked Potential (LLAEP) investigates the auditory perception of the sound stimulus, as well as abilities such as attention and memory, covering subcortex and cortex structures. Frequency Following Response (FFR) is responsible for the evaluation of the entire central auditory pathway, exposing the coding of verbal sounds by the system. **OBJECTIVE:** To analyze the correlation and association between Evoked Long Latency Auditory Potential and Frequency Following Response in normal-hearing young adults, taking into account the latency values of the potentials. **METHODS:** Prospective, transversal, quantitative and qualitative study. The sample was composed of: anamnesis, meatoscopy, threshold and vocal tonal audiometry, acoustic immittance measurements; TDD, RGDT and BAEP. The research procedures were: FFR and PEALL. All potencies were realized in the Smart EP equipment of the Intelligent Hearing Systems (IHS) brand. **RESULTS:** 32 normal hearing individuals (20 women and 12 men) participated in the survey, with an average age of 22.5 years, with normality in PEATE, RGDT and TDD. Positive correlation was observed between VA complex and P1 wave, and negative with N2 and C and N2 waves showed positive correlation, all with statistical significance. There was no significant association between normal and altered individuals in the tests in general and when associated between each component. **CONCLUSION:** Waves V, A and C correlate with LLAEP waves P1 and N2 in normal-hearing adults. No associations were found between the qualitative results of FFR and LLAEP.

Keywords: adults, hearing, electrophysiology, subcortical, cortical

1. INTRODUÇÃO

A capacidade de identificar e compreender um estímulo sonoro, seja ele verbal ou não, é uma tarefa que exige integridade estrutural e funcional da via auditiva central. O Sistema Nervoso Auditivo Central (SNAC) conduz por meio da atividade sináptica, a informação sonora até o córtex auditivo, e sua avaliação é realizada de forma objetiva, por meio dos Potenciais Evocados Auditivos (PEAs). Estes, por sua vez, são divididos de acordo com o tempo necessário para eliciar a resposta da via auditiva central e podem ser evocados a partir de estímulos verbais ou não. Os sons complexos exigem maior diligência do sistema auditivo central, sendo processados em regiões mais superiores como subcorticais e corticais¹.

Dentre os PEAs, para a avaliação em níveis mais superiores, como estruturas tálamo-corticais, de córtex auditivo primário, áreas corticais associativas e córtex frontal^{2,3}, dispomos do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (PEALL). Este potencial pode ser gerado por meio de estímulos verbais ou não verbais e parece compreender o processamento central de estímulos sonoros assim como habilidades de atenção, memória e discriminação auditiva⁴. As respostas para este potencial são registradas por uma sequência de componentes positivos (P) e negativos (N) evidenciados a partir de 50ms. São divididos em exógenos/corticais (que sofrem influência das características do estímulo), sendo P1, N1, P2, componente misto N2 e endógeno/cognitivo (P300)⁵. O P300 traduz as habilidades cognitivas como atenção ao estímulo, discriminação, seleção, memória e tomada de decisão e ainda está relacionado com a percepção consciente das mudanças do estímulo sonoro^{2,6}. Com a evolução científica, surgem novas ferramentas para auxiliar na compreensão do processo de codificação dos sons pelo SNAC, entre elas está o *Frequency Following Response (FFR)* também gerado a partir de estimulação verbal^{7,8}.

O FFR, responsável por avaliar toda a trajetória do estímulo pelo SNAC, expõe o processo de codificação dos sons da fala⁹. Enquanto os outros potenciais registram as respostas neurais em formato de ondas de eletroencefalograma, gerando apenas informações temporais, o FFR destaca-se, pois seu traçado traduz sua complexidade simulando as propriedades acústicas do estímulo e preservando os formantes do estímulo na resposta. Este potencial capta as mínimas mudanças do sinal sonoro, como as evidenciadas nas consoantes, avaliando principalmente o processamento dos domínios temporais e espectrais do estímulo¹⁰.

O FFR emerge para fornecer informações complementares aos distúrbios de processamento de estímulos complexos, assim como o PEALL e ainda revelar déficits biológicos particulares referentes a codificação dos sons. Segundo alguns autores^{11,12,13}, o FFR contém uma contribuição cortical, devido as suas propriedades e estruturas avaliadas, conseguindo traduzir informações relacionadas as atividades corticais precoces de codificação dos sons.

Assim, apontando as possíveis relações entre os potenciais supracitados, considerando as habilidades auditivas avaliadas e regiões de ativação das sinapses neurais, essa pesquisa foi baseada na hipótese de que estes potenciais possuem sim uma relação e não apresentam associação qualitativa. Ainda, se justificativa pela exiguidade em melhor compreender o FFR para inclusão do mesmo na clínica audiológica nacional. Logo, este estudo foi idealizado com o objetivo de analisar a correlação e associação entre o FFR e o PEALL em adultos jovens com limiares auditivos normais, levando em consideração os valores de latência dos potenciais.

2. METODOLOGIA

2.1 . Declaração de ética

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, inscrito sob o número 23081.019037/2017-19. De caráter prospectivo, transversal, quantitativo e qualitativo. A pesquisa cumpriu com todas as normas e diretrizes para pesquisa com seres humanos na Resolução 510/16 do Conselho Nacional de Saúde. Todos os indivíduos que aceitaram participar, assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

2.2 . Participantes

Foram convidados para a pesquisa 61 indivíduos, porém destes, 16 (26%) apresentaram alteração nas habilidades de processamento auditivo central avaliadas, 8 (13%) com zumbido crônico, 2 (3%) com comprometimento condutivo e 3 (5%) com alteração do PEATE. Sendo assim, apenas 32 compuseram a amostra, por conveniência, sendo voluntários, onde 20 (62%) foram mulheres e 12 (38%) homens. A idade média foi de 22,5 anos, mínima de 18 e máxima 32 anos. Estes sujeitos apresentaram, no PEATE

valores médios de: I= 1,59 ms; III=3,76 ms; V=5,63 ms. Para o RGDT, a média foi de 5,37 e para o TDD, os sujeitos tiveram 98% de média de acertos em ambas as orelhas.

2.3 Critérios de inclusão

- Idades entre 18 e 35 anos;
- Limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade de 250 Hz à 8KHz em ambas as orelhas¹⁴;
- Curvas timpanométricas do tipo “A” e reflexos acústicos contralaterais presentes em ambas as orelhas¹⁵;
- Normalidade no rastreo das habilidades auditivas testadas por meio do teste Dicótico de Dígitos (TDD) (somente na integração binaural)¹⁶ e no *Random Gap Detection Test* (RGDT)¹⁷;
- Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) com ondas I, III e V e com intervalo interpicos I– III, III – V e I – V dentro dos padrões normais em ambas as orelhas¹⁸;
- Falantes apenas do idioma português (brasileiro), destros.

2.4 Critérios de exclusão

- Histórico de trauma craniano ou cerebral, acidente vascular cerebral;
- Alterações de fala, psiquiátricas ou neurológicas aparentes;
- Zumbido Crônico;
- Síndromes de origem genética;
- Uso de medicação contínua que rebaixe a cognição;
- Dependência química;
- Tontura e vertigem.

2.5 Procedimentos

Composição da amostra

- a) Audiometria Tonal Limiar: realizada por via aérea de 0,25 à 8 KHz e via óssea de 0,5 à 4 KHz. Foram considerados normais os indivíduos que apresentaram limiar auditivo normal até 25dB na aérea de acordo com a classificação de OMS (2014). O teste foi realizado usando um audiômetro *Interacoustics*, modelo AD226d e fones supra aurais, modelo TDH-39;
- b) Limiar de Reconhecimento de Fala (LRF): pesquisado a partir da apresentação de dissílabos, apresentados na ordem descendente-ascendente de intensidade. O resultado foi a intensidade que o indivíduo acertou 50% das palavras apresentadas;
- c) Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF): testado em 40 dBNS usando uma lista de palavras monossilábicas. Considerado normal os índices de 88% à 100%;
- d) Medidas de Imatância Acústica (MIA): a timpanometria foi realizada com sonda de 226 Hz e os reflexos acústicos contralaterais pesquisados nas frequências de 0,5, 1, 2 e 4 KHz. Considerados normais os sujeitos que apresentaram pico máximo de complacência de 0,3 à 1,65 mL com pressão atmosférica de 0 à -100 daPa e reflexos presentes acima de 0,5 mL. O imatanciômetro utilizado foi da marca *Interacoustics*, modelo AT235;
- e) Teste Dicótico de Dígitos (TDD): realizado apenas a etapa de integração binaural, foram apresentados quatro números, dois em cada orelha, de forma simultânea, onde o indivíduo foi orientado a repetir os números ouvidos, independente da ordem. O padrão de normalidade utilizado foi de 95% de acerto em ambas as orelhas para a faixa etária do estudo¹⁶;
- f) *Random Gap Detection Test* (RGDT): o indivíduo necessitou identificar a presença de um gap nos tons puros nas frequências de 0,5, 1, 2 e 4 KHz, com intervalos aleatórios que variaram de 0 a 40 ms entre os tons. O teste foi aplicado na condição binaural, em intensidade de 50 dBNS. O padrão de normalidade utilizado foi a média das frequências ≤ 10 ms, marcadas a partir do momento que o sujeito identificou o gap¹⁹;

Os testes de processamento auditivo (TDD e RGDT) foram realizados também no audiômetro AD226d, em seguida as avaliações eletrofisiológicas foram realizadas no equipamento *Smart EP* da marca *Intelligent Hearing Systems* (IHS). Para tal, realizou-se a higienização da pele com pasta abrasiva nos locais onde os eletrodos foram fixados. Os estímulos foram apresentados

utilizando fones de inserção (ER-3A), os valores de impedância mantidos iguais ou inferiores a 3Kohms e o número de artefatos não ultrapassou 10% do número de estímulos.

- g) Potencial Evocado Auditivo de Tronco encefálico (PEATE): o eletrodo Fz foi fixado na porção central e superior da frente, o eletrodo terra (Fpz) na porção central e inferior da frente e os eletrodos de referência M1 e M2 nas mastoides esquerda e direita. Os parâmetros utilizados foram: intensidade de 80 dBnHL, com estimulação monoaural, primeiro na orelha direita, após na esquerda, com janela de registro de 12 ms, e uma velocidade de apresentação de 27,7/s, com filtro 100-3000Hz passa-baixa e passa-alta respectivamente, taxa de repetição ganho 100.0K e uma duração de 100 μ sec, polaridade rarefeita e duas estimulações de 2048 *sweeps* cada. Os valores de referência utilizados foram: I=1,66 (DP:0,10); III=3,87 (DP:0,15); V=5,68 (DP:0,12); I-III=2,21 (DP:0,14); III-V= 1,8 (DP:0,10); I-V= 4,02 (DP:13)¹⁸. Para análise dos traçados, foram levadas em consideração a morfologia, latência e reprodutibilidade das ondas I, III e V e os intervalos interpicos I-III, III-V e I-V. Foram considerados alterados os sujeitos que não apresentaram as latências dentro da normalidade considerado dois desvios padrões ou ausência de onda.

Os indivíduos que apresentaram respostas normais aos procedimentos acima, foram submetidos aos procedimentos de pesquisa:

- h) *Frequency Following Response* (FFR): utilizada a mesma montagem dos eletrodos do PEATE, como parâmetros expostos no quadro 1, utilizando como referência para o teste os valores de *Song* (2011)²⁰:

Quadro 1– Parâmetros e valores de referência para o FFR:

Parâmetros	Configuração
Equipamento	<i>Smart Ep – IHS</i>
Orelha estimulada	OD
Estímulo	Verbal
Tipo do estímulo	Sílaba /da/
Duração	125 μ sec
Polaridade	Alternada

Intensidade	80 dBnHL	
Velocidade	10,09/s	
Reprodutibilidade	2 varreduras de 3000	
Filtro	100-3000Hz	
Janela	60 ms	
	Latência	Desvio padrão
	(ms)	(ms)
V	6,65	0,27
A	7,62	0,35
C	18,60	0,68
D	22,67	0,59
E	31,12	0,53
F	39,70	0,57
O	48,26	0,43
SLOPE	0,35	0,11

Legenda: HS – *Intelligent Hearing Systems*; OD – Orelha Direita; μ sec – microssegundo; dBnHL – nível de audição; s – segundos; Hz Hertz; ms – milissegundos.

O *Slope*, por sua vez, foi calculado através da fórmula $\text{Amp V} - \text{Amp A} / \text{Lat A} - \text{Lat V}$. A mesma foi concedida pela pesquisadora Nina Kraus, em um contato direto com os autores. A análise do domínio de frequência não foi realizada neste estudo, uma vez o *MATLAB* necessário para realização desta análise não está disponível no equipamento IHS.

- i) Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (PEALL): o eletrodo Cz foi posicionado no vórtex craniano, os demais permaneceram no mesmo local de realização dos outros potenciais: Fpz= eletrodo terra (na frente) e nas mastóides M1= orelha esquerda e M2= orelha direita (eletrodos referência). O indivíduo foi orientado a contar mentalmente os estímulos raros /di/. A análise das ondas P1, N1, P2, N2 foram realizadas no traçado referente aos estímulos frequentes e a P3 no traçado correspondente aos raros. Os parâmetros utilizados para o teste e os valores de referência para critério de normalidade foram de Didoné et al, (2016)²¹ e estão expostos no Quadro 2.

Quadro 2 – Parâmetros e valores de referência para o PEALL:

Parâmetros	Configuração
Equipamento	<i>Smart Ep</i> – IHS
Orelha estimulada	OD/OE
Estímulo	Verbal
Tipo do estímulo	Sílaba /ba/ x /di/
Frequência	/ba/ 240 - /di/ 60
Polaridade	Alternada
Intensidade	80 dBnHL
Velocidade	1.1/s
Reprodutibilidade	300
Filtro	1-30 HZ
Janela	510ms
VALORES	LATÊNCIA (ms)
P1	66-102*
N1	108-144*
P2	184-235*
N2	256-327*
P3	327-449*

Legenda: IHS – *Intelligent Hearing Systems*; OD – Orelha Direita; OE- orelha esquerda; dBnHL – nível de audição; s – segundos; Hz – Hertz; ms – milissegundos; * acrescido de 2DP

Para as análises estatísticas os dados foram planilhados no *Microsoft Office Excel*. O teste de *Shapiro-Wilk* verificou a normalidade da amostra, sendo assim, foram utilizados o teste de *correlação de Pearson* para analisar a correlação entre os componentes e o *Exato de Fisher* para a associação dos mesmos, por meio do *software Statistica 7*. A significância utilizada foi de 5%.

3. RESULTADOS

A amostra foi composta por 32 indivíduos (62,5% mulheres e 37,5% homens), com idade média de 22,5 anos (idades entre 18 e 32 anos).

Na Tabela 1 de correlação entre os componentes do FFR x PEALL, o teste de *correlação de Pearson* aponta correlação positiva entre complexo VA e onda P1, negativa entre complexo VA e N2 e positiva entre C e N2, todas estatisticamente significantes.

A Tabela 2 expõe a associação dos componentes do FFR x componentes do PEALL. O teste *Exato de Fisher* revelou que não há associação com significância entre os componentes. Na tabela 3, de associação qualitativa entre o FFR x PEALL, o teste *Exato de Fisher* também não apresentou significância estatística.

1. Tabela de correlação entre os componentes do FFR x PEALL.

		P1		N1		P2		N2		P3
V	24	r=0,54	30	r=0,21	30	r=0,04	26	r=-0,47	22	r=-0,33
		p=0,007		p=0,256		p=0,816		p=0,015		p=0,137
A	24	r=0,64	30	r=0,05	30	r=-0,07	26	r=-0,44	22	r=-0,29
		p=0,001		p=0,784		p=0,708		p=0,023		p=0,193
C	22	r=-0,26	28	r=0,06	28	r=0,29	24	r=0,43	20	r=-0,27
		p=0,238		p=0,746		p=0,134		p=0,036		p=0,253
D	18	r=0,11	22	r=0,01	22	r=0,20	19	r=0,08	18	r=-0,08
		p=0,651		p=0,969		p=0,379		p=0,732		p=0,727
E	22	r=0,38	27	r=-0,09	27	r=-0,14	24	r=-0,11	20	r=-0,32
		p=0,078		p=0,622		p=0,497		p=0,605		p=0,173
F	23	r=0,10	29	r=0,02	29	r=-0,29	25	r=0,12	21	r=0,01
		p=0,634		p=0,918		p=0,119		p=0,557		p=0,973
O	23	r=0,35	28	r=0,11	28	r=0,14	24	r=-0,20	21	r=-0,28
		p=0,105		p=0,596		p=0,489		p=0,356		p=0,213

Legenda: p: p-valor; r: força de correlação. Estatística: Teste Correlação de Pearson.

Negrito: correlação estatisticamente significativa

2. Tabela de associação entre os componentes quantitativos normais x alterados no FFR e no PEALL

	P1			N1			P2			N2			P3		
	N	A	P-valor	N	A	P-valor	N	A	P-valor	N	A	P-valor	N	A	P-valor
V	N	23 71,88 %	8 25,00 %	28 87,50 %	3 9,38%	0,557	27 84,38 %	4 12,50 %	0,744	25 78,13 %	6 18,75 %	0,625	21 65,63 %	10 31,25 %	0,493
	A	1 3,13%	0 0,00%	1 3,13%	0 0,00%		1 3,13%	0 0,00%		1 3,13%	0 0,00%		1 3,13%	0 0,00%	
A	N	19 59,38 %	7 21,88 %	23 71,88 %	3 9,38%	0,601	23 71,88 %	3 9,38%	0,382	22 68,75 %	4 12,50 %	0,732	17 53,13 %	9 28,13 %	0,310
	A	5 15,63 %	1 3,13%	6 18,75 %	0 0,00%		5 15,63 %	1 3,13%		4 12,50 %	2 6,25%		5 15,63 %	1 3,13%	
C	N	22 68,75 %	8 25,00 %	28 87,50 %	2 6,25%	0,400	27 84,38 %	3 9,38%	0,098	24 75,00 %	6 18,75 %	0,483	20 62,50 %	10 31,25 %	0,325
	A	2 6,25%	0 0,00%	1 3,13%	1 3,13%		1 3,13%	1 3,13%		2 6,25%	0 0,00%		2 6,25%	0 0,00%	
D	N	14 43,75 %	4 12,50 %	17 53,13 %	1 3,13%	0,681	15 46,88 %	3 9,38%	0,401	16 50,00 %	2 6,25%	0,419	12 37,50 %	6 18,75 %	0,209
	A	10 31,25 %	4 12,50 %	12 37,50 %	2 6,25%		13 40,63 %	1 3,13%		10 31,25 %	4 12,50 %		10 31,25 %	4 12,50 %	
E	N	20 62,50 %	4 12,50 %	22 68,75 %	2 6,25%	0,059	22 68,75 %	2 6,25%	0,726	21 65,63 %	3 9,38%	0,217	16 50,00 %	8 25,00 %	0,117
	A	4 12,50 %	4 12,50 %	7 21,88 %	1 3,13%		6 18,75 %	2 6,25%		5 15,63 %	3 9,38%		6 18,75 %	2 6,25%	
F	N	17 53,13 %	5 15,63 %	20 62,50 %	2 6,25%	0,660	20 62,50 %	2 6,25%	0,935	19 59,38 %	3 9,38%	0,387	13 40,63 %	9 28,13 %	0,272
	A	7 21,88 %	3 9,38%	9 28,13 %	1 3,13%		8 25,00 %	2 3,25%		7 21,88 %	3 9,38%		9 28,13 %	1 3,13%	
O	N	18 56,25 %	6 18,75 %	22 68,75 %	2 6,25%	1,000	22 68,75 %	2 6,25%	0,726	20 62,50 %	4 12,50 %	0,217	17 53,13 %	7 21,88 %	0,601
	A	6 18,75 %	2 6,25%	7 21,88 %	1 3,13%		6 18,75 %	2 6,25%		6 18,75 %	2 6,25%		5 15,63 %	3 9,38%	

LEGENDA: N: normal; A: alterado; Estatística: p-valor para Teste Exato de Fisher

3. Tabela de associação entre os componentes qualitativos normais x alterados no FFR e no PEALL

		PEALL		p-valor
		Normal	Alterado	
FFR	Normal	7 21,88%	5 15,63%	0,114
	Alterado	6 18,75%	14 43,75%	

LEGENDA: FFR: *Frequency Following Response*; PEALL: Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência; Estatística: p-valor para o Teste Exato de Fisher

4. DISCUSSÃO

Esse estudo se destaca por contribuir com maiores evidências sobre a relação entre o FFR e o PEALL e reforça a importância da inserção do estímulo complexo na realização de exames objetivos, uma vez que estes expõem detalhes minuciosos sobre o desempenho do SNAC durante o processamento dos sinais acústicos. Os sujeitos que participaram da pesquisa apresentaram normalidade para PEATE, TDD e RGDT, porém, este estudo reforça e corrobora com os achados de alguns estudos^{12,22,23} que afirmam que o processamento subcortical e cortical dos sons verbais não está fisicamente relacionado com questões estruturais.

Autores^{11,13} já defendiam a contribuição cortical na obtenção das respostas do FFR. Na Tabela 1 concentra-se o grande achado deste estudo, mostrando a correlação existente entre as ondas do FFR e do PEALL. As correlações positivas entre o complexo VA com a onda P1 mostram que este processo de identificação da consoante necessita de uma contribuição do córtex auditivo primário, exposto pela onda P1, responsável pela identificação da chegada do estímulo no córtex³. Quando observada a associação entre estes dois componentes (Tabela 2), vimos que de 24 indivíduos com respostas presente para ambos, 23 apresentaram normalidade em V e P1 e 19 para A e P1, com força de correlação de $r=0,54$ e $r=0,64$ respectivamente. Isso demonstra que um aumento de latência no complexo VA pode acarretar, em um aumento de latência da onda P1 (visto a força de correlação) evidenciando uma possível dependência entre esses componentes para o processamento dos estímulos complexos.

Na correlação positiva (Tabela 1) existente entre os componentes C, responsável pela transição da consoante para a vogal²⁴ e o N2, pela interpretação de habilidades de detecção e identificação do estímulo (ALVARENGA, 2013), 24 pessoas apresentaram normalidade no FFR e no PEALL, com força de correlação de $r=0,43$. Apesar de não existir associação qualitativa (Tabela 2) entre os componentes, a análise das latências absolutas nos mostra que existe fortes indícios que um aumento de latência do componente C pode aumentar os valores de latência do componente N2.

Observa-se ainda uma correlação negativa entre o complexo VA e o componente N2, com força de correlação de $r=-0,47$ e $r=-0,44$, respectivamente. Este achado reforça a independência das diferentes habilidades durante o processo de codificação, uma vez que o complexo VA demonstra a percepção da consoante, não refletindo informações que podem estar relacionadas as habilidades expostas pelo componente N2.

A Tabela 3 expõe a associação entre os potenciais. Para as alterações presentes foi considerado o aumento de latência (analisando o desvio padrão) ou ausência do potencial. Evidenciou-se alteração nos dois exames realizados em 43,75% (14 indivíduos) da amostra, sem associação estatisticamente significativa, sem existir alteração neurobiológica comprovada ou qualquer sintoma (lembrando da normalidade em PEATE clique, TDD e RGDT). Esse achado não era o esperado, visto que foram realizados procedimentos tentando garantir normalidade dos sujeitos, porém foram encontrados. Uma das possíveis justificativas é a aplicação da estimulação verbal para a captação dos potenciais. Esse achado vai ao encontro do citado por Silva *et al.*, 2017⁵, que refere que ao utilizar estímulos de fala, o reconhecimento torna-se mais complexo e a velocidade e qualidade do processamento auditivo podem ser afetadas. No estudo citado, os achados tardios do PEALL, são justificados em função da complexidade da discriminação dos estímulos de fala.

Merece destaque, que a análise realizada nesta Tabela (3) é global, ou seja, a alteração em apenas um componente caracteriza alteração do todo. Pode-se inferir que a alteração em apenas um componente pode passar despercebida pelo indivíduo, ou seja, ser assintomática. Ainda, pode ser mascarada durante a avaliação das habilidades auditivas de forma comportamental, uma vez que o SNAC consegue compensar alguns déficits no processamento dos sons pela da plasticidade auditiva. Ademais, a capacidade do cérebro humano em mudar com a experiência auditiva, se reorganizar, é muito mais efetiva em indivíduos jovens²⁵, que é a população da presente pesquisa. Ressalta-se ainda que o PEALL foi o último teste realizado durante a coleta de dados nos indivíduos, sendo

assim, o cansaço pode interferir nas respostas do PEALL, visto que N2 e P3 sofre influência das funções cognitivas.

A integração e interatividade das estruturas do SNAC envolvidas no processamento do sinal acústico é defendida por *Kraus e White-Schwoch (2017)*¹⁰. Corroborando com essa informação, o presente estudo demonstra o quanto as informações geradas pelo FFR, em suas porções transiente e sustentada são complexas, confirmando o seu envolvimento ao longo de toda via auditiva central. Foi possível no presente estudo, inferir sobre a relação entre os potenciais corticais e o FFR (Tabela 1), uma vez que atividades como detecção do estímulo e questões espectrais e temporais mantém o comportamento ao longo do SNAC.

Esses achados não informam sobre sítios geradores do FFR, mas contribuem para melhor compreender este potencial. A ausência de exames de imagem para reforçar estes achados, assim como a análise do domínio de frequência pelo *MATLAB*, foram algumas das limitações deste estudo. Sugere-se que estes sejam incluídos, se possível, em estudos futuros.

5. Conclusão

As ondas V, A e C apresentam correlação com as ondas P1 e N2 do PEALL, ou seja, a região cortical realmente contribui para a formação das ondas do FFR. Não foram evidenciadas associações entre o FFR e o PEALL, demonstrando a imparcialidade de cada testagem.

REFERÊNCIAS DO ARTIGO

1. Griz SMS, Pacífico FA. Anatomia e fisiologia da orelha interna, nervo auditivo e do tronco encefálico. In: MENEZES, Pedro de Lemos (org.). Tratado de Eletrofisiologia para Audiologia. 1. Ed. São Paulo: Book Toy, 2018. p. 63-64.
2. McPherson DL. Long Latency auditory evoked potentials. In: Late Potentials of The auditory system. Singular Publishing Group, Inc, 1996.p 7-21.
3. Hall JW. Handbook of Auditory Evoked Responses: Principles, Procedures & 1358 Protocols. Pearson Education, Inc, 2015: 1031.
4. Korczak PA, Kurtzberg D, Stapells DR. Effects of sensorineural hearing loss and personal hearing AIDS on cortical event-related potential and behavioral measures of speech-sound processing. Ear Hear. 2005 Apr;26(2):165-85. doi: 10.1097/00003446-200504000-00005. PMID: 15809543
5. Silva LS, Regaçone SF, Oliveira ACS, Oliveira LS, Fernandes FT, Frizzo AACF. Potenciais corticais auditivos: uso de diferentes estímulos de fala em populações infantis. Audiol., Commun. Res. [Internet]. 2017 [cited 2021 May 14] ; 22: e1788. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-64312017000100325&lng=en. Epub Sep 21, 2017. <https://doi.org/10.1590/2317-6431-2016-1788>.
6. Alvarenga KF et al,. Influência dos contrastes de fala nos potenciais evocados auditivos corticais. Braz. j. otorhinolaryngol. [Internet]. 2013 June [cited 2021 May 13] ; 79(3): 336-341. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-86942013000300012&lng=en. <http://dx.doi.org/10.5935/1808-8694.20130059>.
7. Kraus N, Nicol T. Aggregate neural responses to speech sounds in the central auditory system. Speech Commun. 2003;41:35-47
8. Anderson S, Parbery-Clark A, White-Schwoch T, Kraus N. *Auditory Brainstem Response to Complex Sounds Predicts Self-Reported Speech-in-Noise Performance*. Journal Of Speech, Language, And Hearing Research, [S.L.], v. 56, n. 1, p. 31-43, fev. 2013. American Speech Language Hearing Association. [http://dx.doi.org/10.1044/1092-4388\(2012/12-0043\)](http://dx.doi.org/10.1044/1092-4388(2012/12-0043)).

9. Hornickel J, Chandrasekaran B, Zecker S, Kraus N. Auditory brainstem measures predict reading and speech-in-noise perception in school-aged children. *Behav Brain Res*. 2011 Jan 20;216(2):597-605. doi: 10.1016/j.bbr.2010.08.051. Epub 2010 Sep 6. PMID: 20826187; PMCID: PMC2981642.
10. Kraus N, Anderson S, White-Schwoch T. The frequency-following response: a window into human communication. In: Kraus N, Anderson S, White-Schwoch T, Fay RR, Popper AN. *The Frequency-Following Response: A Window into Human Communication*. New York, NY: Springer-Nature, 2017. p. 1-15
11. Coffey EBJ.; Herholz SC, Cesiuk, Alexander MP, Baillet, Sylvain; ZATORRE, Robert J. Cortical contributions to the auditory frequency-following response revealed by MEG. *Nature Communications*, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 1-11, 24 mar. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/ncomms11070>.
12. Banai K, Kraus N. *The dynamic brainstem: implications for APD*. In: McFarland D, Cacace A, editors. *Current Controversies in Central Auditory Processing Disorder*. San Diego 2008. p. 269-89
13. Bidelman GM. Subcortical sources dominate the neuroelectric auditory frequency-following response to speech. *Neuroimage*. 2018 Jul 15;175:56-69. doi: 10.1016/j.neuroimage.2018.03.060. Epub 2018 Mar 28. PMID: 29604459.
14. Organização Mundial de Saúde – OMS, 2014 http://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en/
15. Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol*. 1970 Oct;92(4):311-24. doi: 10.1001/archotol.1970.04310040005002. PMID: 5455571.
16. Pereira, LD, Schochat E. *Testes Auditivos Comportamentais para Avaliação do Processamento Auditivo Central*. Pró Fono, Barueri, Brazil, 2011.
17. Keith, RW. *Random Gap Detection Test*. Missouri (USA): Auditec of Saint Louis, 2000.
18. Webster R. *The auditory brainstem response (ABR): a normative study using the intelligent hearing systems smart evoked potential system [tese]*. Towson, Maryland (USA); Towson University, 2017

19. Braga BHC, Pereira LD, Dias KZ. Critérios de normalidade dos testes de resolução temporal: random gap detection test e gaps-in-noise. Rev. CEFAC [Internet]. 2015 June [cited 2021 May 14] ; 17(3): 836-846. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-18462015000300836&lng=en. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-021620158114>
20. Song JH, Nicol T, Kraus N. Test-retest reliability of the speech-evoked auditory brainstem response. Clin Neurophysiol. 2011 Feb;122(2):346-55. doi: 10.1016/j.clinph.2010.07.009. Epub 2010 Aug 16. PMID: 20719558; PMCID: PMC2990784.
21. Didoné DD, Oppitz SJ, Folgareini J, Biaggio EP, Garcia MV. Auditory Evoked Potentials with Different Speech Stimuli: a Comparison and Standardization of Values. Int Arch Otorhinolaryngol. 2016 Apr;20(2):99-104. doi: 10.1055/s-0035-1566133. Epub 2016 Feb 15. PMID: 27096012; PMCID: PMC4835323.
22. Pinheiro, NS. Efeito do ruído no slope e área do complexo V-A no frequency following response. 2020. Dissertação (Mestrado em Saúde da Comunicação Humana) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.
23. Rocha, MFB. O mascaramento nos potenciais evocados auditivos corticais com estímulo de fala. 2020. Dissertação (Mestrado em Saúde da Comunicação Humana) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.
24. Russo N, Nicol T, Musacchia G, Kraus N. Brainstem responses to speech syllables. Clin Neurophysiol. 2004 Sep;115(9):2021-30. doi: 10.1016/j.clinph.2004.04.003. PMID: 15294204; PMCID: PMC2529166.
25. Souza GV, Matas CG, Silva LAF, Lobo IFN, Samelli AG. Estudo da plasticidade neural em adultos e idosos novos usuários de aparelho de amplificação sonora individual. Rev. CEFAC [Internet]. 2020 [citado 2021 Maio 14] ; 22(5): e3420. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-18462020000500502&lng=pt. Epub 09-Out-2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-0216/20202253420>.

REFERÊNCIAS DISSERTAÇÃO

A HAYES, Erin^R WARRIER, Catherine^{MR} NICOL, Trent^{GR} ZECKER, Steven^{GR} KRAUS, Nina. *Neural plasticity following auditory training in children with learning problems*. **Clinical Neurophysiology**, [S.L.], v. 114, n. 4, p. 673;684, abr. 2003. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s1388;2457\(02\)00414;5](http://dx.doi.org/10.1016/s1388;2457(02)00414;5).

AHADI, Mohsen^R POURBAKHT, Akram^R JAFARI, Amir Homayoun^R SHIRJIAN, Zahra^R JAFARPISHEH, Amir Salar. *Gender disparity in subcortical encoding of binaurally presented speech stimuli: an auditory evoked potentials study*. **Auris Nasus Larynx**, [S.L.], v. 41, n. 3, p. 239;243, jun. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anl.2013.10.010>.

ALVARENGA, Kátia de Freitas^R VICENTE, Leticia Cristina^R LOPES, Raquel Caroline Ferreira^R SILVA, Rubem Abrão da^R BANHARA, Marcos Roberto^R LOPES, Andréa Cintra^R JACOB;CORTELETTI, Lilian Cássia Bornia. *The influence of speech stimuli contrast in cortical auditory evoked potentials*. **Brazilian Journal Of Otorhinolaryngology**, [S.L.], v. 79, n. 3, p. 336;341, maio 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.5935/1808;8694.20130059>.

ANDERSON, Samira^R PARBERY;CLARK, Alexandra^R WHITE;SCHWOCH, Travis^R KRAUS, Nina. *Auditory Brainstem Response to Complex Sounds Predicts Self-Reported Speech-in-Noise Performance*. **Journal Of Speech, Language, And Hearing Research**, [S.L.], v. 56, n. 1, p. 31;43, fev. 2013. American Speech Language Hearing Association. [http://dx.doi.org/10.1044/1092;4388\(2012\)12;0043](http://dx.doi.org/10.1044/1092;4388(2012)12;0043).

ANIAS, C. R.^R LIMA, M. A. M. T.^R KÓOS, A. O. A. *Avaliação da influência da idade no potencial evocado auditivo de tronco encefálico*. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, [S.L.], v. 70, n. 1, p. 84;89, jan. 2004. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0034;72992004000100014>.

BIDELMAN, Gavin M.. *Subcortical sources dominate the neuroelectric auditory frequency-following response to speech*. **Neuroimage**, [S.L.], v. 175, p. 56;69, jul. 2018. **Elsevier BV**. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.03.060>.

BRAGA, Bárbara Heloíse Colcerniani¹ PEREIRA, Liliane Desgualdo² DIAS, Karin Ziliotto. *Critérios de normalidade dos testes de resolução temporal: random gap detection test e gaps in noise*. **Rev. CEFAC**, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 836;46, June 2015. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516;18462015000300836&lng=en&nrm=iso>. <http://dx.doi.org/10.1590/1982;021620158114>.

BURKARD, Robert¹ SECOR, C. *Overview of auditory evoked potentials* In: Katz J, Medwetsky L, Burkard R, editors. *Hand Book of Clinical Audiology*. New York Lippincott Williams & Wilkins 2002. p. 233;48.

CESAR, Carla Patrícia Hernandez Alves Ribeiro *et al.*, *Potencial evocado auditivo tardio relacionado a eventos (P300) na síndrome de Down*. **Braz. j. otorhinolaryngol. (Impr.)**, São Paulo, v. 76, n. 2, p. 206;212, Apr. 2010 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808;86942010000200010&lng=en&nrm=iso>. <https://doi.org/10.1590/S1808;86942010000200010>.

COFFEY, Emily B. J.¹ HERHOLZ, Sibylle C.² CHEPESIUK, Alexander M. P.³ BAILLET, Sylvain⁴ ZATORRE, Robert J. Cortical. *Contributions to the auditory frequency following response revealed by MEG*. **Nature Communications, [S.L.]**, v. 7, n. 1, p. 1;11, 24 mar. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/ncomms11070>.

DIDONE, Dayane Domeneghini *et al.*, *Auditory evoked potential P300 in adults: reference values*. **Einstein (São Paulo)**, São Paulo , v. 14, n. 2, p. 208;212, June 2016 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679;45082016000200015&lng=en&nrm=iso>. <https://doi.org/10.1590/S1679;45082016AO3586>. A

DIDONÉ, Dayane OPPITZ, Sheila¹ FOLGEARINI, Jordana² BIAGGIO, Eliara³ GARCIA, Michele⁴. *Auditory Evoked Potentials with Different Speech Stimuli: a comparison and standardization of values*. **International Archives Of**

Otorhinolaryngology, [S.L.], v. 20, n. 02, p. 099;104, 15 fev. 2016. Georg Thieme Verlag KG. <http://dx.doi.org/10.1055/s:0035:1566133> B

DUARTE, Josilene Luciene *et al.*, *Potencial evocado auditivo de longa latência P300 em indivíduos normais: valor do registro simultâneo em Fz e Cz*. **Rev. Bras. Otorrinolaringol.**, São Paulo, v. 75, n. 2, p. 231;236, Apr. 2009. Available from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034:72992009000200012&lng=en&nrm=iso. <https://doi.org/10.1590/S0034:72992009000200012>.

DURANTE, Alessandra Spada^R OLIVEIRA, Suenia de Jesus. *Frequency following response (FFR) com estímulo de fala em jovens adultos normoouvintes*. **Codas**, [S.L.], v. 32, n. 3, p. 1;6, 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2317:1782/20202018254>.

FRIZZO, Ana Cláudia Fernandes^R ADVÍNCULA, Karina Paes. *Potenciais evocados auditivos de longa latência: conceitos e aplicações clínicas*. In: Menezes, PL *et al*, org. **Tratado de Eletrofisiologia para a Audiologia**. Ribeirão Preto, São Paulo: Book Toy, 2018: 139;50.

GRIZ, Silvana Maria Sobral^R PACÍFICO Fernando Augusto. *Anatomia e fisiologia da orelha interna, nervo auditivo e do tronco encefálico*. In: MENEZES, Pedro de Lemos (org.). **Tratado de Eletrofisiologia para Audiologia**. 1. Ed. São Paulo: **Book Toy**, 2018. p. 63;64.

HORNICKEL, Jane^R CHANDRASEKARAN, Bharath^R ZECKER, Steve^R KRAUS, Nina. *Auditory brainstem measures predict reading and speech-in-noise perception in school-aged children*. **Behavioural Brain Research**, [S.L.], v. 216, n. 2, p. 597;605, 20 jan. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbr.2010.08.051>.

JALAEI, Bahram^R ZAKARIA, Mohd Normani^R AZMI, Mohd Hafiz Afifi Mohd^R OTHMAN, Nik Adilah Nik^R SIDEK, Dinsuhaimi. *Gender Disparities in Speech-evoked Auditory Brainstem Response in Healthy Adults*. **Annals Of Otology, Rhinology & Laryngology**, [S.L.], v. 126, n. 4, p. 290;295, 8 fev. 2017. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/0003489417690169>.

JERGER, J. Clinical Experience With Impedance Audiometry. **Archives Of Otolaryngology K Head And Neck Surgery**, [S.L.], v. 92, n. 4, p. 311;324, 1 out. 1970. American Medical Association (AMA). <http://dx.doi.org/10.1001/archotol.1970.04310040005002>.

JOHNSON, Krista L.R NICOL, Trent G.R KRAUS, Nina. *Brainstem Response to Speech: a biological marker of auditory processing*. **Ear And Hearing**, [S.L.], v. 26, n. 5, p. 424;434, out. 2005. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/01.aud.0000179687.71662.6e>.

KARAWANI, HaninR BANAI, Karen. *Speech-evoked brainstem responses in Arabic and Hebrew speakers*. **International Journal Of Audiology**, [S.L.], v. 49, n. 11, p. 844;849, 29 jul. 2010. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.3109/14992027.2010.495083>.

KEITH, Robert W. *Random Gap Detection Test*. Missouri (USA): **Auditec of Saint Louis**, 2000.

KORCZAK, Peggy A.R KURTZBERG, DianeR STAPPELLS, David R. *Effects of Sensorineural Hearing Loss and Personal Hearing Aids on Cortical Event-Related Potential and Behavioral Measures of Speech-Sound Processing*, **Ear and Hearing**: v. 26, n. 2 ; p 165;85, April. 2005.

KRAUS, NinaR ANDERSON, SamiraR WHITE;SCHWOCH, Travis. *The Frequency-Following Response: A Window into Human Communication*. In: KRAUS N, ANDERSON S, WHITE;SCHWOCH T, Fay R, Popper A, editors. *The Frequency-Following Response: A Window into Human Communication*. Springer Handbook of Auditory Research. **Switzerland: Springer International Publishing** 2017. p. 1;15.

KRAUS, NinaR NICOL, Trent. *Aggregate neural responses to speech sounds in the central auditory system*. **Speech Communication**, [S.L.], v. 41, n. 1, p. 35; 47, ago. 2003. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0167;6393\(02\)00091;2](http://dx.doi.org/10.1016/s0167;6393(02)00091;2).

KRISHNAMURTI, SridharR FORRESTER, JenniferR RUTLEDGE, CaseyR HOLMES, Georgia W.. *A case study of the changes in the speech-evoked auditory brainstem response associated with auditory training in children with*

auditory processing disorders. International Journal Of Pediatric Otorhinolaryngology, [S.L.], v. 77, n. 4, p. 594;604, abr. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijporl.2012.12.032>.

KRISHNAN, Ananthanarayan^R XU, Yisheng^R GANDOOR, Jackson^R CARIANI, Peter. *Encoding of pitch in the human brainstem is sensitive to language experience. Cognitive Brain Research*, [S.L.], v. 25, n. 1, p. 161;168, set. 2005. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2005.05.004>

KRIZMAN, Jennifer^R SKOE, Erika^R KRAUS, Nina. *Sex differences in auditory subcortical function. Clinical Neurophysiology*, [S.L.], v. 123, n. 3, p. 590;597, mar. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2011.07.037>.

LAYER, John. Principles of phonetics. Cambridge, editor. England: Cambridge University Press^R 1994.

LINDEN, David E. J.. The P300: *where in the brain is it produced and what does it tell us?*. **The Neuroscientist**, [S.L.], v. 11, n. 6, p. 563;576, dez. 2005. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/1073858405280524>.

LUNARDELO, Pamela Papile^R SIMOES, Humberto de Oliveira^R ZANCHETTA, Sthella. *Differences and similarities in the long latency auditory evoked potential recording of P1/N1 for different sound stimuli. Rev. CEFAC*, São Paulo , v. 21, n.2, e18618, 2019. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151618462019000200510&lng=en&nrm=iso>. Epub Aug 15, 2019. <https://doi.org/10.1590/1982-0216/201921218618>.

MACHADO, Cíntia Santos Silva^R CARVALHO, Angélica Caldeira Oliveira^R SILVA, Paloma Luara Guerra e. Caracterização da normalidade do P300 em adultos jovens. **Rev. soc. bras. fonoaudiol.** São Paulo , v. 14, n. 1, p. 83;90, 2009 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516;80342009000100014&lng=en&nrm=iso>. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516;80342009000100014>.

MAMO, Sara K. R. GROSE, John H. R. BUSS, Emily. *Speech-evoked ABR: effects of age and simulated neural temporal jitter*. **Hearing Research**, [S.L.], v. 333, p. 201;209, mar. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.heares.2015.09.005>.

MARTIN, Brett A.; BOOTHROYD, Arthur. *Cortical, Auditory, Event-Related Potentials in Response to Periodic and Aperiodic Stimuli with the Same Spectral Envelope*. **Ear And Hearing**, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 33-44, fev. 1999. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/00003446-199902000-00004>.

MASSA, Camila Gonçalves Polo *et al.*, P300 com estímulo verbal e não verbal em adultos normovintes. **Braz. j. otorhinolaryngol.** (Impr.), São Paulo, v. 77, n. 6, p. 686;690, dez. 2011. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180886942011000600002&lng=pt&nrm=iso <http://dx.doi.org/10.1590/S1808:86942011000600002>.

MATAS, Carla Gentile *et al.*, Potenciais evocados auditivos de longa latência em campo sonoro em crianças audiológicamente normais. **Audiol., Commun. Res.**, São Paulo, v. 20, n. 4, p. 305;312, dez. 2015. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317;64312015000400305&lng=pt&nrm=iso. <https://doi.org/10.1590/2317;6431;2014;1525>.

MATAS, Carla Gentile R. MAGLIARO, Fernanda C. Leite. Introdução aos Potenciais Evocados Auditivos e Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico. In: BEVILACQUA, M. C. R. MARTINEZ, M. A. N. R. BALEN, S. A. R. PUPO, A. C. R. REIS, A. C. M. B. R. FROTA, S. Tratado de Audiologia. São Paulo: Livraria Santos Editora Ltda, p.181;95, 2011.

MCPHERSON, D. L. Long Latency auditory evoked potentials. In: *Late Potentials of The auditory system*. **Singular Publishing Group**, Inc, p. 7;21, 1996.

MELO, Ândrea de *et al.*, Potenciais evocados auditivos corticais em neonatos nascidos a termo e pré;termo. **CoDAS**, São Paulo, v. 28, n. 5, p. 491;496, Oct. 2016. Available from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S231717822016000500

491&Ing=en&nrm=iso>. Epub Oct 13, 2016. <https://doi.org/10.1590/2317:1782/20162015291>.

MENDONÇA, Elisângela Barros Soares *et al.*, *Applicability of the P300 frequency pattern test to assess auditory processing*. **Braz. j. otorhinolaryngol.**, São Paulo, v. 79, n. 4, p. 512;521, Aug. 2013. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808;86942013000400020&Ing=en&nrm=iso>. <https://doi.org/10.5935/1808;8694.20130091>.

NASCIMENTO, Maria da Soledade Rolim do^R SOARES;MENDONÇA, Elisangela Barros^R LEAL, Mariana Carvalho^R MUNIZ, Lilian Ferreira^R DINIZ, Alcides da Silva. Potencial evocado auditivo de longa latência (P300) em adolescentes. **Distúrbios da Comunicação**, [S.L.], v. 29, n. 2, p. 309;316, 29 jun. 2017. Portal de Revistas PUC SP. <http://dx.doi.org/10.23925/2176:2724.2017v29i2p309;317>.

OATES, Peggy A.^R KURTZBERG, Diane^R STAPPELLS, David R. *Effects of Sensorineural Hearing Loss on Cortical Event-Related Potential and Behavioral Measures of Speech-Sound Processing*. **Ear And Hearing**, [S.L.], v. 23, n. 5, p. 399;415, out. 2002. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/00003446;200210000;00002>.

OLIVEIRA, Héli da Braga de^R FERNANDES, Luciene^R RAMOS, Helton Estrela^R ALVES, Crésio. Potenciais evocados auditivos em indivíduos com hipotireoidismo congênito: uma revisão sistemática da literatura científica. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, [S.L.], v. 12, n. 4, p. 486; 941, 12 fev. 2014. Universidade Federal da Bahia. <http://dx.doi.org/10.9771/cmbio.v12i4.9198>.

OPPITZ, Sheila Jacques *et al.*, *Long-latency auditory evoked potentials with verbal and nonverbal stimuli.*, **Braz. j. otorhinolaryngol.**, São Paulo, v. 81, n. 6, p. 647;652, Dec. 2015. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808;86942015000600647&Ing=en&nrm=iso>. <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2014.10.005>.

OPPITZ, Sheila Jacques^R BRUNO, Rubia Soares^R DIDONÉ, Dayane Domeneghini^R GARCIA, Michele Vargas. Resolução temporal e potenciais corticais em diferentes níveis de proficiência da língua inglesa. **Revista Cefac**, [S.L.], v. 19, n. 1, p. 27;40, fev. 2017. FapUNIFESP (SciELO).

<http://dx.doi.org/10.1590/1982;021620171913516>.

Organização Mundial de Saúde – OMS, 2014

http://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en/

PEIXE, Bruna Pias et al. *Applicability of Evoked Auditory Brainstem Responses with Complex Stimuli in Adults with Hearing Loss*. **Int. Arch. Otorhinolaryngol.**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 239;244, July 2018. Available from

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180948642018000300239&lng=en&nrm=iso>. <https://doi.org/10.1055/s;0037;1605341>.

PELAQUIM, Andressa. Potencial Evocado Auditivo de curta, média e longa latência em adultos no equipamento *Smartep IHS*: normatização dos valores de latência e amplitude. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2019

PEREIRA, Liliane Desgualdo^R SCHOCHAT, Eliane. *Processamento Auditivo Central: manual de avaliação*. **São Paulo: Lovise^R** 1997

PEREIRA^R Liliane Desgualdo^R SCHOCHAT, Eliane. *Testes Auditivos Comportamentais para Avaliação do Processamento Auditivo Central*. **Pró Fono**, Barueri, Brazil, 2011.

PEREZ, Ana^R ZILLOTTO, Karin^R PEREIRA, Liliane. Test;Retest of Long Latency Auditory Evoked Potentials (P300) with Pure Tone and Speech Stimuli. **International Archives Of Otorhinolaryngology**, [S.L.], v. 21, n. 02, p. 134;139, 26 abr. 2016. Georg Thieme Verlag KG. <http://dx.doi.org/10.1055/s;0036;1583527>.

PINHEIRO, Natália dos Santos. Efeito do ruído no slope e área do complexo V; A no frequency following response. 2020. Dissertação (Mestrado em Saúde da Comunicação Humana) ; Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.

POLICH, John. Updating P300: an integrative theory of p3a and p3b. **Clinical Neurophysiology**, [S.L.], v. 118, n. 10, p. 2128;2148, out. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2007.04.019>.

RANA, BR A BARMAN, *Correlation between speech-evoked auditory brainstem responses and transient evoked otoacoustic emissions*. **The Journal Of Laryngology & Otology**, [S.L.], v. 125, n. 9, p. 911;916, 5 jul. 2011. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/s0022215111001241>.

REGACONE, Simone Fiuza *et al.*, Potenciais evocados auditivos de longa latência em escolares com transtornos específicos de aprendizagem. **Audiol., Commun. Res.**, São Paulo , v. 19, n. 1, p. 13;18, Mar. 2014 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317;64312014000100004&lng=en&nrm=iso>. <https://doi.org/10.1590/S2317;64312014000100004>.

REIS, Ana Cláudia Mirândola Barbosa et al . Variabilidade do registro de latência e amplitude do potencial evocado auditivo de Longa Latência (P3) na condição teste e reteste. **Audiol., Commun. Res.**, São Paulo , v. 19, n. 3, p. 293-298, set. 2014 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-64312014000300293&lng=pt&nrm=iso>. <https://doi.org/10.1590/S2317-643120140003000014>.

REIS, Ana Cláudia Mirândola Barbosa, FRIZZO Ana Cláudia Fernandes. Potencial Evocado Auditivo Cognitivo. In: Boéchat EM et al. org. **Tratado de Audiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015: 140;50.

RUSSO, Nicole^R NICOL, Trent^R MUSACCHIA, Gabriella^R KRAUS, Nina. *Brainstem responses to speech syllables*. **Clinical Neurophysiology**, [S.L.], v. 115, n. 9, p. 2021;2030, set. 2004. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2004.04.003>.

SAMSON, Fabienne^R ZEFFIRO, Thomas A.^R TOUSSAINT, Alain^R BELIN, Pascal. *Stimulus Complexity and Categorical Effects in Human Auditory Cortex: an activation likelihood estimation meta-analysis*. **Frontiers In Psychology**, [S.L.],

v. 1, p. 241;241, 2011. *Frontiers Media SA*.
<http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2010.00241>.

SANFINS, Milaine Dominici¹; COLELLA; SANTOS, Maria Francisca. *A REVIEW OF THE CLINICAL APPLICABILITY OF SPEECH-EVOKED AUDITORY BRAINSTEM RESPONSES*. *Journal Of Hearing Science*, [s.l.], v. 6, n. 1, p. 9; 16, mar. 2016. Institute of Sensory Organs. <http://dx.doi.org/10.17430/897811>.

SANFINS, Milaine Dominici¹; COLELLA; SANTOS, Maria Francisca. *A REVIEW OF THE CLINICAL APPLICABILITY OF SPEECH-EVOKED AUDITORY BRAINSTEM RESPONSES*. *Journal Of Hearing Science*, [s.l.], v. 6, n. 1, p. 9; 16, mar. 2016. Institute of Sensory Organs. <http://dx.doi.org/10.17430/897811>.

SANGUEBUCHE, Taissane Rodrigues *et al.*, *Frequency-Following Response with Speech Stimulus: Comparison between Two Methods of Stimulation*. *Int. Arch. Otorhinolaryngol.*, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 396;402, Sept. 2019. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809;48642019000400396&lng=en&nrm=iso> Epub Nov 25, 2019. <https://doi.org/10.1055/s;0039;1692160>.

SANTOS FILHA, Valdete Alves Valentins dos¹; BRUCKMANN, Mirtes²; GARCIA, Michele Vargas. Potenciais evocados auditivos de curta e longa latência em indivíduos com disfunção vestibular. *CoDAS*, São Paulo, v. 30, n. 2, e20160260, 2018. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S231717822018000200308&lng=en&nrm=iso>. Epub May 17, 2018. <https://doi.org/10.1590/2317;1782/20182016260>.

SAYLES, Mark¹; WINTER, Ian M.. *Reverberation Challenges the Temporal Representation of the Pitch of Complex Sounds*. *Neuron*, [S.L.], v. 58, n. 5, p. 789;801, jun. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuron.2008.03.029>.

SCOTT, Sophie K.¹; WISE, Richard J.s.. *The functional neuroanatomy of prelexical processing in speech perception*. *Cognition*, [S.L.], v. 92, n. 1;2, p. 13; 45, maio 2004. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cognition.2002.12.002>.

SHINN;CUNNINGHAM, Barbara G.R BEST, Virginia. *Selective Attention in Normal and Impaired Hearing*. **Trends In Amplification**, [S.L.], v. 12, n. 4, p. 283;299, 30 out. 2008. SAGE Publications.
<http://dx.doi.org/10.1177/1084713808325306>.

SILVA, Débora Durigon. *Functionality of auditory pathway in brainstem level in young individuals with and without complaint of speech comprehension* [dissertation] Federal University of Santa Maria, RS, Brazil 2016.

SKOE, E.R KRIZMAN, J.R ANDERSON, S.R KRAUS, N.. *Stability and Plasticity of Auditory Brainstem Function Across the Lifespan*. **Cerebral Cortex**, [S.L.], v. 25, n. 6, p. 1415;1426, 22 dez. 2013. Oxford University Press (OUP).
<http://dx.doi.org/10.1093/cercor/bht311>.

SKOE, Erika R KRAUS, Nina. *Auditory Brain Stem Response to Complex Sounds: a tutorial*. **Ear And Hearing**, [S.L.], v. 31, n. 3, p. 302;324, jun. 2010. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health).
<http://dx.doi.org/10.1097/aud.0b013e3181cdb272>.

SONG, Judy H.R NICOL, Trent R KRAUS, Nina. *Test-retest reliability of the speech-evoked auditory brainstem response*. **Clinical Neurophysiology**, [S.L.], v. 122, n. 2, p. 346;355, fev. 2011. Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2010.07.009>.

SOUZA, Juliana *et al.*, Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência – P3 em crianças com e sem queixas de dificuldade de aprendizagem. **Audiol., Commun. Res.**, São Paulo, v. 22, e1690, 2017. Available from
 <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317;64312017000100306&lng=en&nrm=iso. Epub Mar 27, 2017.
<https://doi.org/10.1590/2317;6431;2016;1690>.

SUTTON, S.R BRAREN, M.R ZUBIN, J.R JOHN, E. R. *Evoked Potential Correlates of Stimulus Uncertainty*. **Science**, [S.L.], v. 150, n. 3700, p. 1187;1188, 26 nov. 1965. American Association for the Advancement of Science (AAAS).
<http://dx.doi.org/10.1126/science.150.3700.1187>.

TARASENKO, Melissa A. R. SWERDLOW, Neal R. R. MAKEIG, Scott R. BRAFF, David L. R. LIGHT, Gregory A.. *The Auditory Brainstem Response to Complex Sounds: a potential biomarker for guiding treatment of psychosis*. **Frontiers In Psychiatry**, [S.L.], v. 5, p. 1;5, 13 out. 2014. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fpsy.2014.00142>.

UPPENKAMP, Stefan R. JOHNSRUDE, Ingrid S. R. NORRIS, Dennis R. MARSLEN; WILSON, William R. PATTERSON, Roy D.. *Locating the initial stages of speech-sound processing in human temporal cortex*. *Neuroimage*, [S.L.], v. 31, n. 3, p. 1284;1296, jul. 2006. **Elsevier** BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2006.01.004>.

WEBSTER, Rachelle. *The auditory brainstem response (ABR): a normative study using the intelligent hearing system's smart evoked potential system* [tese]. Towson, Maryland (USA): Towson University R 2017.

APENDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DISTÚRBO DA COMUNICAÇÃO
HUMANA (PPGDCH)

Título do projeto: **Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência e *Frequency Following Response*: uma análise de associação e correlação em adultos normouvintes.**

Pesquisador responsável: Profa. Dra. Michele Vargas Garcia

Instituição/Departamento: Departamento de Fonoaudiologia

Telefone para contato: (55) 981275661

Pesquisadores participantes: Mestranda Fga. Tainá Betti

Telefones para contato: (55) 984114455

Prezado(a) Sr (a):

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa “**Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência e *Frequency Following Response*: uma análise de associação e correlação em adultos normouvintes**”, que terá suas avaliações realizadas no ambulatório de audiologia do Hospital Universitário de Santa Maria (HUSM) e no prédio de apoio, Serviço de atendimento fonoaudiológico da UFSM (26;E). Os pesquisadores garantem que serão esclarecidas todas as dúvidas acerca dos procedimentos e outros assuntos relacionados à pesquisa antes que você decida participar.

Você tem o direito de desistir de participar da pesquisa a qualquer momento, sem nenhuma penalidade e sem perder os benefícios aos quais tenha direito.

O objetivo principal deste estudo é correlacionar e associar os achados do FFR e do PEALL.

Sua participação nesta pesquisa consistirá em realizar a sequência de avaliações propostas pelos pesquisadores. Salienta-se que esta pesquisa trará risco mínimo para você. Das aferições a que será submetido nesta pesquisa, nenhuma trará riscos a você.

Espera-se com esta pesquisa, contribuir para a comunidade científica. Sua participação na pesquisa não resultará em danos físicos ou morais, entretanto, poderá sentir algum desconforto devido ao tempo dos exames.

As informações fornecidas por você terão sua privacidade garantida pelos pesquisadores. Os participantes da pesquisa não serão identificados em nenhum momento, mesmo quando seus resultados forem divulgados sob qualquer forma. Os dados coletados serão mantidos em arquivo confidencial, sob a responsabilidade dos pesquisadores por um período de cinco anos. Após este período, os dados serão destruídos.

Ciente e de acordo com o que foi anteriormente exposto, eu _____, concordo em participar desta pesquisa, assinando este consentimento em duas vias, ficando com a posse de uma delas.

Santa Maria,de de 2019.

Assinatura

R.G.

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste sujeito de pesquisa ou representante legal para a participação neste estudo.

Santa Maria,de de 2019.

Assinatura do pesquisador ; Fone: (55) 32208541

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato: Comitê de Ética em Pesquisa ; CEP; UFSM Av. Roraima, 1000 ; Prédio da Reitoria – 7º andar – Campus Universitário – CEP: 97105;900 – Santa Maria;RS ; tel.: (55)

APENDICE B – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE

Título do projeto: **Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência e *Frequency Following Response*: uma análise de associação e correlação em adultos normouvintes.**

Pesquisador responsável: Profa. Dra. Michele Vargas Garcia

Instituição/Departamento: Departamento de Fonoaudiologia ; UFSM

Telefone para contato: (55) 32208541

Local da coleta de dados: HUSM – Prédio de Apoio (26;E)

Os pesquisadores do presente projeto se comprometem a preservar a privacidade dos sujeitos cujos dados serão coletados nas dependências do HUSM e do Prédio de Apoio (26;E). Concordam, igualmente, que estas informações serão utilizadas única e exclusivamente para execução do presente projeto.

As informações somente poderão ser divulgadas de forma anônima e serão mantidas no Ambulatório de Audiologia do Hospital Universitário de Santa Maria, situado na Rua Roraima número 1000, sala da Eletrofisiologia da Audição, sendo está situada na mesma ala da Pediatria do Hospital, Ala E, CEP; 97105;900 ; Santa Maria ; RS, por um período de cinco anos, sob a responsabilidade da Profa Dra. Michele Vargas Garcia. Após este período os dados serão destruídos.

Este projeto de pesquisa foi revisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM em/...../....., com o número do CAAE

Santa Maria, 20 de março de 2019.

Profa Dra. Michele Vargas Garcia

ANEXO A – Revista brasileira de Otorrinolaringologia

ISSN 1806;9312

Qualis A2

Forma e preparação de manuscritos

Extensão e apresentação

O artigo completo não deve exceder 25 laudas de papel tamanho A4 (21cm x 29,7cm), escritas em letra Times New Roman de tamanho 12, espaço duplo entre linhas e com margens laterais, superior e inferior de 3 cm. Se o revisor considerar pertinente poderá sugerir ao autor a supressão de gráficos e tabelas ou mesmo condensação de texto.

Título e autores

O título deverá se limitar ao máximo de dez palavras e seu conteúdo deve descrever de forma concisa e clara o tema do artigo.

Devem ser citados como autores somente aqueles que participaram efetivamente do trabalho. Outras formas de citação podem vir ao final do artigo. Um trabalho com mais de 7 autores só deverá ser aceito se o tema for de abrangência multidisciplinar ou de ciências básicas.

Se o indivíduo não se encaixar na figura de autor, mas tiver sua importância para o trabalho final, pode ser lembrado nos agradecimentos finais.

Resumo e palavras-chave (descritores)

Cada artigo DEVE ser acompanhado de um resumo em português e outro em inglês de cerca de 200 palavras, com seus tópicos devidamente salientados (estruturado), e indicando claramente:

- 1) As premissas teóricas e justificativas do estudo (introdução);
- 2) os objetivos do estudo (objetivo);
- 3) método básico utilizado (material e método);
- 4) desenho científico utilizado (estudo de caso, estudo de série, retrospectivo, prospectivo, clínico e experimental);
- 5) resultados principais e sua interpretação estatística (resultados) e
- 6) conclusões alcançadas (conclusão).

Em caso de ensaios clínicos, no final do resumo, deve ser colocado o número de protocolo do registro de ensaios clínicos em uma das bases aprovadas pelo ICMJE.

Após o resumo devem estar descritos com três a cinco palavras, para fins de indexação, os descritores científicos baseados no DeCS (Descritores em Ciências da Saúde) e MeSH (Medical Subject Headings), que pode ser acessado na página eletrônica da BIREME (Biblioteca Regional de Medicina), www.bireme.org, ou em outro local do site da RBORL.

Corpo do artigo

Os trabalhos que expõem investigações ou estudos devem estar no chamado formato IMRDC: introdução, material e método, resultados, discussão e conclusões.

Na **Introdução** é onde estão a revisão da literatura, as premissas teóricas, a justificativa e o objetivo do trabalho.

No **Material e Método** espera-se encontrar a descrição da amostra estudada e um detalhamento suficiente do instrumento de investigação.

Nos estudos envolvendo seres humanos ou animais deve ser informado o **número de protocolo de aprovação** do estudo pela Comissão de Ética da instituição onde o mesmo foi realizado.

A amostra deve ser bem definida e os critérios de inclusão e exclusão descritos claramente. Também a maneira de seleção e alocação em grupos deve ser esclarecida (pareamento, sorteio, sequenciamento, estratificação, etc)

O método deve ter coerência com a questão apresentada e deve ser explicitado o desenho do estudo (coorte, caso-controle, experimental, contemporâneo, histórico, estudo de prontuários, etc.)

Os **Resultados** devem ser apresentados de forma sintética e clara. O uso de gráficos e tabelas deve ser estimulado, assim como análises estatísticas descritivas e comparativas.

Na **Discussão** esperamos que o autor apresente sua experiência pessoal no assunto, explore seus referenciais teóricos e discuta os resultados frente a estas premissas.

As **Conclusões** devem ser sucintas e se ater ao objetivo proposto.

Os **TRABALHOS DE REVISÃO e ATUALIZAÇÃO** devem ter uma boa introdução com o formato seguindo as necessidades do trabalho, assim como apresentar a sistemática de levantamento utilizada. Não deve ter caráter opinativo, reservando esta tarefa para os comentários finais.

Os **RELATOS DE CASO** devem conter introdução com revisão pertinente que justifique sua importância, seja pela raridade ou impacto clínico, apresentação do caso com riqueza de detalhes visuais e de descrição e comentários finais, com discussão das nuances que façam deste caso um artigo digno de publicação. Não há necessidade de envio de seu resumo.

- 1) Título: conciso e descritivo com no máximo 100 caracteres, não devendo constar as palavras relato de caso e revisão de literatura.
- 2) Palavras chave: no máximo 5 e em ordem alfabética.
- 3) Os textos não poderão ter mais de 5 autores, No caso de mais, uma justificativa deve ser enviada.
- 4) Corpo do texto estruturado em: introdução, apresentação do caso, discussão e comentários finais.
- 5) O texto completo, excetuando título e referências não deverá ultrapassar 600 palavras.
- 6) Referência bibliográfica: no máximo 6.
- 7) Aceitaremos 1 tabela ou figura apenas.

A CARTA AO EDITOR é utilizada para que os leitores da revista possam externar suas opiniões sobre os temas e artigos nela publicados. Sua submissão será através do sistema da internet, assim como qualquer outro artigo, devendo adequar-se à seguinte estruturação:

- 1) Quanto à formatação, deverão seguir as mesmas regras dos relatos de casos.
- 2) A carta será enviada ao autor do artigo, que terá 6 semanas para respondê-la.
- 3) A resposta deverá seguir a mesma formatação dos relatos de casos.
- 4) A carta e a resposta serão publicadas no mesmo número da revista, e não haverá mais réplicas.
- 5) As cartas não serão revisadas pelo corpo editorial. Contudo, se apresentarem caráter pessoal ou agressivo, a critério do Editor, poderão ter sua publicação negada.

Referências bibliográficas

São essenciais para identificar as fontes originais dos conceitos, métodos e técnicas a que se faz referência no texto e que provém de investigações, estudos e experiências anteriores; apoiar os atos e opiniões expressados pelo autor; e proporcionar ao leitor a informação bibliográfica que necessita para consultar as fontes primárias.

As referências devem ser pertinentes e atualizadas.

Todas as referências devem ser citadas no texto com números consecutivos em forma de superíndices, segundo a ordem de sua aparição. No final do artigo estas citações farão parte das referências bibliográficas organizadas conforme as normas de Vancouver.

Tabelas

As Tabelas, cujo propósito é agrupar valores em linhas e colunas fáceis de assimilar, devem apresentar-se em uma forma compreensível para o leitor; devem explicar-se por si mesmas e complementar - não duplicar - o texto. Não devem conter demasiada informação estatística, pois acabam incompreensíveis e confusas.

Devem ter um título breve, mas completo, de maneira que o leitor possa determinar, sem dificuldade, o que se tabulou; indicar, além disso, lugar, data e fonte da informação.

Figuras

As ilustrações (gráficos, diagramas, mapas ou fotografias, entre outros) devem ser fáceis de compreender e agregar informação. Podem ser publicadas em cores dependendo da qualidade do material e da necessidade de identificação de cores, bem como da capacidade da revista.

As figuras devem ser digitalizadas com pelo menos 300 dpi (em arquivo .TIFF ou .JPG não compactados).

Qualquer material previamente publicado deve ter indicada a fonte original e uma permissão por escrito do proprietário dos direitos autorais.

Fotografias de indivíduos não devem permitir a sua identificação ou devem ter o consentimento escrito dos mesmos para uso e publicação.

Legendas para Ilustrações

Em espaçamento duplo, numeradas conforme a ordem de aparecimento no texto.

Unidades de Medida

Medidas de comprimento como altura, peso e volume devem ser informadas em unidades métricas (metro, quilograma, ou litro) ou seus múltiplos decimais.

As temperaturas devem ser informadas em graus centígrados. As pressões sanguíneas devem ser em milímetros de mercúrio.

Os dados hematológicos e medidas de análise laboratoriais devem aparecer no sistema métrico em termos do Sistema Internacional de Unidades (SI).

Abreviaturas e siglas

Utilizar o menos possível. Na primeira vez que uma abreviatura ou sigla aparece no texto, deve-se escrever o termo completo a que se refere, seguido da sigla ou abreviatura entre parênteses, como no exemplo, Programa Ampliado de Imunização (PAI). Devem ser expressas em português, por exemplo, DP (desvio padrão) e não SD (standard deviation), exceto quando correspondam a entidades de alcance nacional (FBI) ou conhecidas internacionalmente por suas siglas não portuguesas (UNICEF), ou a substâncias químicas cujas siglas inglesas estão estabelecidas como denominação internacional, como GH (hormônio do crescimento), não HC.

Envio de manuscritos

Todos os manuscritos serão submetidos em português. Somente serão aceitos em inglês quando nenhum autor for brasileiro. Deverão ser digitados em espaço duplo.

A submissão deverá ser feita on-line, através do endereço do SGP/RBORL na internet: www.rborl.org.br/sgp. Quando entrar neste link, o sistema irá pedir o nome de usuário e senha. Se o autor não está cadastrado, deve clicar no botão "Quero me cadastrar" e fazer o cadastro.

As regras para formatação do artigo e os passos para a submissão encontram-se descritos no link <http://www.rborl.org.br/criterios.asp>.

ANEXO B – PROTOCOLO RANDON GAP DETECTION TEST

Nome:	Idade:
Avaliador:	Data da avaliação:

Interstimulus Interval (Gap) in msec. (In order of presentation)

. EXPANDED TONES

Subtest 5: Expanded

	90	50	200	100	300	80	60	250	70	150	
500 Hz	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Lowest
Gap_____msec.											

	60	200	80	100	250	300	50	70	90	150	
1000 Hz	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Lowest
Gap_____msec											

	60	90	100	300	50	250	150	70	200	80	
2000 Hz	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Lowest
Gap_____msec											

	90	300	80	100	50	250	60	150	70	200	
4000 Hz	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Lowest
Gap_____msec											

. TONES

Subtest 1: Screening/Pratice

	0	2	5	10	15	20	25	30	40	
	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Lowest
Gap_____msec.										

Subtest 2: Standard

	10	40	15	5	0	25	20	2	30	
500 Hz	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Lowest
Gap_____msec										

	30	10	15	2	0	40	5	20	25	
1000 Hz	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Lowest
Gap_____msec										

	20	2	40	5	10	25	15	0	30	
2000 Hz	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Lowest
Gap_____msec										

	5	10	40	15	20	2	30	0	25	
4000 Hz	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Lowest
Gap_____msec										

ANEXO C – PROTOCOLO TESTE DICÓTICO DE DÍGITOS

Nome:	Idade:
Avaliador:	Data da avaliação:

Integração Binaural

<i>Direita</i>			<i>Esquerda</i>			<i>Direta</i>			<i>Esquerda</i>		
5	4		8	7		4	7		8	5	
4	8		9	7		8	5		4	7	
5	9		8	4		8	9		7	4	
7	4		5	9		7	9		5	8	
9	8		7	5		9	7		4	5	
5	7		9	5		7	8		5	4	
5	8		9	4		7	5		9	8	
4	5		8	9		8	7		4	9	
4	9		7	8		9	4		5	7	
9	5		4	8		8	4		7	9	

Escuta Direcionada

<i>Direita</i>			<i>Esquerda</i>			<i>Direta</i>			<i>Esquerda</i>		
5	4		8	7		4	7		8	5	
4	8		9	7		8	5		4	7	
5	9		8	4		8	9		7	4	
7	4		5	9		7	9		5	8	
9	8		7	5		9	7		4	5	
5	7		9	5		7	8		5	4	
5	8		9	4		7	5		9	8	
4	5		8	9		8	7		4	9	
4	9		7	8		9	4		5	7	
9	5		4	8		8	4		7	9	

Integração	Número de erros (x1,25)	% de acertos	Separação	Número de erros (x2,5)	% de acertos
OD			OD		
OE			OE		

<i>Faixa etária</i>	<i>Critério de normalidade Integração</i>		<i>Separação</i>	
<i>5 / 6 anos</i>	OD ≥ 81% de acertos	OE ≥ 74% de acertos	EDD ≥ 70 % acertos	EDE ≥ 70 % acertos
<i>7 / 8 anos</i>	OD ≥ 85% de acertos	OE ≥ 82% de acertos	EDD ≥ 75 % acertos	EDE ≥ 75 % acertos
<i>9/10 anos</i>	OD ≥ 95% de acertos	OE ≥ 95% de acertos	EDD ≥ 85 % acertos	EDE ≥ 85 % acertos
<i>" 11 anos</i>	OD ≥ 95% de acertos	OE ≥ 95% de acertos	EDD ≥ 91 % acertos	EDE ≥ 91 % acertos
≥ 60 anos com audição normal	OD ≥ 78% de acertos	OE ≥ 78% de acertos	-----	-----
≥ 60 anos com DANS	OD ≥ 60% de acertos	OE ≥ 60% de acertos	-----	-----