



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

MARIA CECILIA DOS SANTOS MARQUES

**ACHADOS ELETROFISIOLÓGICOS DO *FREQUENCY FOLLOWING RESPONSE*
EM CRIANÇAS COM APRAXIA DE FALA INFANTIL**

Recife

2020

MARIA CECILIA DOS SANTOS MARQUES

**ACHADOS ELETROFISIOLÓGICOS DO *FREQUENCY FOLLOWING RESPONSE*
EM CRIANÇAS COM APRAXIA DE FALA INFANTIL**

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

Área de concentração: Fonoaudiologia.

Orientadora: Prof^a Dr^a Denise Costa Menezes

Coorientadora: Prof^a Dr^a Silvana Maria Sobral Griz

Recife

2020

Catálogo na Fonte
Bibliotecária: Mônica Uchôa, CRB4-1010

M357a Marques, Maria Cecília dos Santos.
 Achados eletrofisiológicos do *frequency following* response em
 crianças com apraxia de fala infantil / Maria Cecília dos Santos Marques.
 – 2020.
 76 f.: il.; tab.; quad.; 30 cm.

 Orientadora: Denise Costa Menezes.
 Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CCS,
 Programa de Pós-Graduação em Saúde da Comunicação Humana.
 Recife, 2020.
 Inclui referências, apêndices e anexos.

 1. Apraxia. 2. Fala. 3. Infantil. 4. Eletrofisiologia. 5. Audição. I.
 Menezes, Denise Costa (Orientadora). II. Título.

614 CDD (20.ed.) UFPE (CCS2020-081)

MARIA CECILIA DOS SANTOS MARQUES

**ACHADOS ELETROFISIOLÓGICOS DO *FREQUENCY FOLLOWING RESPONSE*
EM CRIANÇAS COM APRAXIA DE FALA INFANTIL**

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

Aprovada em: 04/03/2020

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Denise Costa Menezes (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

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

Prof^a. Dr^a. Luzia Miscow da Cruz Payão (Membro externo)
Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas

Dedico este trabalho aos que habitam meu coração: Deus, mãe, pai, irmão e sobrinha.

AGRADECIMENTOS

Ao final deste trabalho sinto-me eternamente grata!

Primeiramente a Deus, minha fonte de energia, por ter me dado forças em todo este percurso, que não foi de todo fácil, mas foi leve e doce. Por ter me acompanhado em cada viagem, a cada dia de trabalho, colocando pessoas especiais durante todo o caminho.

A minha orientadora, Prof^a Dr^a Denise Menezes, e minha coorientadora, Prof^a Dr^a Silvana Griz, que apoiaram e abraçaram minhas ideias. Pelo incentivo, ensinamentos, por suas orientações na elaboração da dissertação e principalmente por acreditarem e confiarem em mim.

A Prof^a Dr^a Luzia Payão e Prof^a Dr^a Karina Advíncula pelas valiosas sugestões e contribuições desde a banca de qualificação até a defesa final.

Agradeço à Prof^a Dr^a Márcia Keskes-Soares e a Dr^a Marileda Gubiani por terem me recebido tão bem em Santa Maria, cooperando grandemente com este trabalho, me ensinando e entusiasmando ainda mais na área da pesquisa. Gratidão, vocês são exemplos para mim.

Agradeço também aos meus queridos amigos que fazem parte do LATEC. Laboratório do qual eu tenho a honra de participar e que proporciona tanto conhecimento e oportunidades para seus membros. Por sempre apoiarem e incentivarem a minha caminhada acadêmica. Em especial ao Prof. Dr. Pedro de Lemos Menezes, que acredita mais no nosso potencial do que nós mesmos e está sempre disposto a ajudar. Obrigada por tudo!

As crianças e suas famílias que participaram desta pesquisa, e que foram e são a grande motivação para que eu continue estudando e consiga, de alguma forma, ajudá-las.

A todos e todas que me ajudaram direta e indiretamente na coleta de dados. Sem vocês a coleta não teria sido tão agradável e prazerosa.

Não poderia deixar também de agradecer aos meus pais, Helena e Gilvan, que tanto me apoiam, por terem me oferecido algo tão importante em minha vida como a educação e por sempre estarem ao meu lado em todos os momentos.

Ao meu irmão, Gustavo, por toda demonstração de carinho e incentivo e por sempre torcer por minhas conquistas.

A minha grande amiga Kelly Andrade que, com seu coração enorme e generoso, desde a graduação tanto me incentivou, motivou e continua motivando a alçar novos voos. Por toda a força, carinho, amizade verdadeira e por sempre estar ao meu lado.

Agradeço ainda a minha querida turma do Mestrado. Uma turma tão eclética e divertida, em que fiz tantas amizades que levarei para a vida toda e que, cada um do seu jeito, também cooperou para eu conseguir chegar até aqui.

A todos vocês meu muito obrigada!

RESUMO

A apraxia de fala infantil é uma alteração que interfere no planejamento e na programação motora da fala. Pode estar associada a dificuldades de audição: percepção de fala e som, discriminação de sequência de som e identificação de vogais. O exame do *Frequency Following Response* é uma maneira de avaliar e examinar mecanismos neurais associados à percepção e processamento do som e da fala. O objetivo deste estudo foi analisar os registros do exame de *Frequency Following Response* em indivíduos com apraxia de fala infantil e crianças em desenvolvimento típico. Foram avaliadas 30 crianças (média de 5,7 anos $\pm$ 2,28), pareadas por idade e sexo, sendo 15 do grupo estudo e 15 do grupo controle. Foram realizados o exame do *Frequency Following Response* e do potencial evocado auditivo de tronco encefálico com estímulo clique. Os resultados mostraram que não houve diferença estatística para o exame do potencial evocado auditivo com o clique, indicando que os dois grupos processaram de maneira semelhante este estímulo. Porém, quando realizado o exame do *Frequency Following Response* as ondas V, A e C apresentaram latências aumentadas para os exames das crianças com apraxia de fala infantil, sugerindo haver comprometimento do funcionamento das estruturas responsáveis pela geração desses componentes, correspondentes à percepção dos sons de curta duração. Crianças com apraxia de fala infantil apresentaram aumento significativo nas latências das ondas V, A e C, o que sugere que este transtorno não seria puramente motor.

Palavras-chave: Apraxia. Fala. Infantil. Eletrofisiologia. Audição.

ABSTRACT

Childhood apraxia of speech is a disorder that interferes with speech planning and motor programming. It maybe associated with hearing difficulties: speech and sound perception, discrimination of sound sequence and identification of vowels. The Frequency Following Response exam is a way to assess and examine neural mechanisms associated with the perception and processing of sound and speech. The aim of this study was to analyze the records of the Frequency Following Response exam in individuals with childhood apraxia of speech and children in typical development. Thirty children (mean age 5.7 years $\pm$ 2.28), matched for age and sex, were evaluated, 15 from the study group and 15 from the control group. Examination of the Frequency Following Response and auditory brainstem evoked potential with click stimulus were performed. The results showed that there was no statistical difference for the examination of the auditory evoked potential with the click, indicating that the two groups processed this stimulus in a similar way. However, when the Frequency Following Response exam was performed, waves V, A and C showed increased latencies for exams of children with childhood apraxia of speech, suggesting that there is a compromised functioning of the structures responsible for the generation of these components, corresponding to the perception of the sounds of children short term. Children with childhood apraxia of speech showed a significant increase in latencies of waves V, A and C, which suggests that this disorder would not be purely motor.

Keywords: Apraxia. Speech. Infant. Electrophysiology. Hearing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Traçado do exame do <i>Frequency Following Response</i> com os sete picos de respostas denominados V, A, C, D, E, F, O	20
Quadro 1 –	Autor, Casuística, método de registro, objetivo, principais resultados e conclusão	30
Figura 2 –	Fluxograma dos artigos encontrados e selecionados para a revisão sistemática	34
Figura 3 –	Final FFR mean in CAS children and typical development children	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Typical language development and CAS children characteristics	45
Tabela 2 –	Click ABR absolute latencies and interpeak interval.....	46
Tabela 3 –	FFR latencies comparison between right and left ears within groups	47
Tabela 4 –	FFR latencies comparison of CAS and typical development children	48
Tabela 5 –	V/A complex slope and area comparison between groups...	49
Tabela 6 –	FFR interpeak intervals comparison between groups.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABR	<i>Audiotory Brainstem Response</i>
ADOS	<i>Autism Diagnostic Observation Scale</i>
AFI	Apraxia de Fala Infantil
CARS	<i>Child Autism Rating Scale</i>
CCS/UFPE	Centro Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco
CER	Centro Especializado em Reabilitação
CODAS	<i>Communication Disorders Audiology and Swallowing</i>
dB NA	Decibel Nível de Audição
dB NPS	Decibel Nível de Pressão Sonoranh
DEMSS-BR	Avaliação Dinâmica das Habilidades Motoras da Fala
FFR	<i>Frequency Following Response</i>
GC	Grupo Controle
GDDS	<i>Gesell Developmental Diagnostics Schedules</i>
GE	Grupo Estudo
LATEC	Laboratório de Audição e Tecnologia
MMN	<i>Mismatch Negativity</i>
PEA	Potenciais Evocados Auditivos
PEATE	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TEA	Transtorno do Espectro Autista
TPAC	Transtorno do Processamento Auditivo Central
TVAUD	Teste de Vocabulário Auditivo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1	ARTIGO 1 - <i>FREQUENCY FOLLOWING RESPONSE</i> NOS DISTÚRBIOS DE LINGUAGEM: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA.....	21
3	MÉTODO.....	35
3.1	TIPO DE ESTUDO.....	35
3.2	LOCAL DO ESTUDO.....	35
3.3	POPULAÇÃO DO ESTUDO.....	35
3.4	AMOSTRA.....	35
3.5	VARIÁVEIS ESTUDADAS.....	36
3.6	COLETA DE DADOS.....	36
3.6.1	Assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (APÊNDICE A)	36
3.6.2	Aplicação do questionário (APÊNDICE B)	36
3.6.3	Caracterização auditiva.....	36
3.6.4	Avaliação da linguagem expressiva.....	37
3.6.5	Avaliação da linguagem compreensiva.....	37
3.6.6	Avaliação dos exames PEATE clique e FFR.....	38
3.7	Análise dos traçados.....	38
3.8	Análise dos dados.....	39
3.9	Considerações éticas.....	39
4	RESULTADOS.....	41
4.1	ARTIGO 2 - <i>FREQUENCY FOLLOWING RESPONSE IN</i> <i>CHILDHOOD APRAXIA OF SPEECH</i>	41
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
	REFERÊNCIAS.....	55
	APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	59
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO	62
	ANEXO A – NORMAS DA REVISTA CODAS PARA	

PUBLICAÇÃO.....	63
ANEXO B – NORMAS DA REVISTA <i>JOURNAL OF THE AMERICAN ACADEMY OF AUDIOLOGY</i>	70
ANEXO C – CERTIFICADO DE PÔSTER APRESENTADO NO CONGRESSO INTERNACIONAL DE ELETROFISIOLOGIA PARA AUDIOLOGIA/ 2019.....	74
ANEXO D - PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS DO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE – UFPE.....	75

1 INTRODUÇÃO

A apraxia de fala infantil (AFI) é considerada um transtorno neurológico, de base desconhecida, que interfere no planejamento e na programação motora da fala. A precisão e consistência dos movimentos articulatórios estão prejudicados na ausência de déficits neuromusculares. O transtorno provoca erros inconsistentes de consoantes e vogais nas produções repetitivas de sílabas e palavras; coarticulação inadequada na transição de sons entre sílabas; dificuldade com a coordenação; o tempo e a prosódia (AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION, 2007; GUBIANI; PAGLIARIN; KESKE-SOARES, 2015; IUZZINI-SEIGEL *et al.*, 2015).

Maassen e colaboradores (2003) sugerem que essas características do transtorno da fala e da produção de som na AFI também podem estar associadas a dificuldades de audição: percepção de fala e som, discriminação de sequência de som e identificação de vogais. As crianças com AFI também demonstraram ter habilidades de percepção de rima e sílaba diminuídas, indicando déficits na representação e processamento fonológico.

O desenvolvimento adequado do sistema fonológico, bem como de outros aspectos linguísticos, depende da integridade e do bom funcionamento das vias auditivas, em suas porções periférica e central (GONÇALVES, 2009). Para avaliar essas vias, além dos exames que compõem a avaliação audiológica básica, podem ser utilizados os potenciais evocados auditivos (PEA). A avaliação eletrofisiológica avalia, de maneira objetiva, a atividade bioelétrica provocada em resposta a uma estimulação auditiva, que ocorre no sistema auditivo, desde a cóclea até o córtex (WILSON; ARNOTT; HENNING, 2013).

O PEA mais utilizado é o Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) (GONÇALVES, 2009). Ele pode ser eliciado por uma ampla variedade de estímulos e quando realizado com o estímulo de fala, tem sido denominado de *Frequency Following Response* (FFR). Este exame caracteriza-se por ser um potencial neuro-fônico que fornece uma janela para a codificação de sons complexos, como fala e música, por exemplo (BIDELMAN; POWERS, 2018; COFFEY *et al.*, 2016).

Para testar crianças com alterações de linguagem, o exame do FFR tem sido mais eficaz do que as respostas do PEATE evocado por clique. Este exame fornece

informações mais detalhadas sobre a representação neural dos sons da fala em crianças com essas alterações (JALAEI *et al.*, 2017).

Os problemas de fala observados na AFI podem resultar de um déficit de programação motora, de um problema de representação fonológica ou alguma interação entre os dois. Isso pode ocorrer também devido a um déficit na sincronia neural, uma vez que essas crianças apresentam audição periférica normal (FROUD; KHAMIS-DAKWAR, 2012).

Neste contexto, a utilização do exame de FFR, como meio de avaliação complementar de indivíduos com AFI, pode auxiliar na caracterização mais detalhada dessa alteração, auxiliando tanto no monitoramento da evolução funcional auditiva, como no direcionamento terapêutico dessa população.

Esta pesquisa buscou responder à seguinte pergunta: quais os achados do exame do FFR em crianças com AFI quando comparados com crianças da mesma faixa etária com desenvolvimento típico? A hipótese era a de que os achados de latência, amplitude, *slope* e área no exame FFR fossem alterados nas crianças com AFI. Essa hipótese foi testada por meio da comparação das respostas dos exames eletrofisiológicos com estímulo clique e fala nos dois grupos (crianças com suspeita de AFI e crianças em desenvolvimento típico). Teve como objetivo analisar os registros do exame do FFR em indivíduos com AFI e crianças em desenvolvimento típico.

O desenvolvimento da dissertação resultou em dois artigos. O primeiro intitulado de “*Frequency Following Response* nos distúrbios de linguagem: uma revisão sistemática”, que foi submetido na qualidade de artigo de revisão sistemática à revista *Communication Disorders Audiology and Swallowing – CoDAS*. Este teve como objetivo principal analisar os achados do exame do FFR em crianças e adolescentes com distúrbios de linguagem.

O segundo artigo intitulado “*Frequency Following Response in childhood apraxia of speech*”, foi submetido na qualidade de artigo original ao *Journal of the American Academy of Audiology*. O artigo teve como objetivo analisar os registros do exame do FFR em indivíduos com apraxia de fala infantil e crianças em desenvolvimento típico. Os artigos foram elaborados de acordo com as normas para publicação na revista escolhida (ANEXOS A e B).

Além da produção desses artigos, o resumo “*Frequency Following Response* em crianças com alterações de linguagem” (ANEXO C) foi apresentado no I Congresso Internacional de Eletrofisiologia para Audiologia, no ano de 2019.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A etiologia, caracterização e diagnóstico da AFI é frequentemente discutida na literatura (AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION, 2007; FORREST, 2003; GUBIANI; PAGLIARIN; KESKE-SOARES, 2015; MURRAY *et al.*, 2015). Além disso, não há consenso entre os profissionais de quantos ou que tipo de sintomas a criança deve apresentar, a fim de ser definitivamente diagnosticada com AFI (FORREST, 2003; GUBIANI; PAGLIARIN; KESKE-SOARES, 2015; IUZZINI; FORREST, 2010).

Pode ocorrer como um resultado de impedimento neurológico de origem conhecida; associada a desordens do neurodesenvolvimento complexas, de etiologia conhecida ou não; ou como um distúrbio neurogênico idiopático. O comprometimento central no planejamento e programação das sequências de movimentos articulatórios resulta em erros na produção dos sons da fala e na prosódia (AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION, 2007).

Há muitas divergências com relação ao diagnóstico da AFI (DAVIS; JAKIELSKI; MARQUARDT, 1998; FORREST, 2003; SHRIBERG *et al.*, 2017), porém três características são consenso entre os pesquisadores: erros inconsistentes de consoantes e vogais nas produções de sílabas e palavras; coarticulação inadequada na transição entre sons e sílabas e prosódia inapropriada (AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION, 2007).

Sem o benefício de um marcador diagnóstico claro, os fonoaudiólogos muitas vezes usam listas para verificar as características da AFI com base em amostras de fala e dados observacionais. Porém, essas listas não condizem diretamente a um procedimento de avaliação (MURRAY *et al.*, 2015).

Devido a ambiguidade de definições e sintomas, acredita-se que a avaliação clínica resulte em altas taxas de diagnósticos com falsos positivos (SHRIBERG; MCSWEENEY, 2002). Embora a prevalência de AFI não seja clara, o relatório da ASHA (2007) demonstra as taxas de falsos positivos para o encaminhamento. Com base em dados de referência clínica, foi estimada a prevalência de AFI para 1-2 a cada 1000 nascidos vivos. No entanto, esse mesmo relatório apresentou dados nos quais os fonoaudiólogos têm diagnosticado crianças com suspeita de AFI a uma taxa de 3,4% para 4,3%, o que é uma diferença significativa.

A AFI apresentou-se como um diagnóstico diferencial realizado por fonoaudiólogos, ao longo das últimas décadas. Começaram a notar um subgrupo de crianças em tratamento clínico que exibiam características de fala únicas e que apresentavam poucos progressos na terapia tradicional em comparação às crianças com outros distúrbios de fala e linguagem (SHRIBERG; ARAM; KWIATKOWSKI, 1997).

Crianças com essa alteração apresentam uma dificuldade em programar voluntariamente o gesto articulatório. Dessa forma, mesmo o indivíduo sabendo o que deseja expressar, apresenta dificuldade em programar a produção dos sons, sílabas e palavras. Assemelha-se à apraxia adquirida, sendo que a principal diferença está relacionada à etiologia e aos comprometimentos causados, quando comparado os dois tipos de apraxia (SOUZA; PAYÃO, 2008).

Durante os estágios iniciais do desenvolvimento da fala, o *feedback* auditivo e somatossensorial é usado para estabelecer programas neurais robustos que codificam as informações acústicas dos movimentos articulatórios (IUZZINI-SEIGEL *et al.*, 2015). Todas as crianças, durante esse processo, têm algum tipo de dificuldade com a aquisição do esquema motor e fonêmico, mas a maioria das crianças consegue superar essa fase com sucesso. As crianças com AFI, no entanto, continuam apresentando dificuldades com o planejamento e a programação de comandos motores na fase em que querem produzir os fonemas da fala (TERBAND; MAASSEN, 2010).

Crianças com AFI apresentam erros de produção e percepção para o recurso de sonoridade (HOIT-DALGAARD; MURRY; KOPP, 1983), possuem habilidades de rima inferiores em relação às crianças com desenvolvimento típico da linguagem (MARION; SUSSMAN; MARQUARDT, 1993) e apresentam problemas de percepção de fala manifestado mais facilmente no processamento auditivo do que no processamento fonético (MAASSEN; GROENEN; CRUL, 2003). Assim, embora exista evidência de habilidades de percepção de fala mais baixas em crianças com AFI, os resultados permanecem inconclusivos em relação ao processamento auditivo e fonético envolvidos.

Uma das principais dificuldades no diagnóstico dos transtornos do desenvolvimento da fala é a distinção entre o envolvimento do planejamento motor e os processos fonológicos, empregados na fala, e a natureza evolutiva dos sintomas clínicos. Por exemplo, hipotetiza-se que o déficit subentendido na AFI está nas

capacidades sensório-motoras, mas os sintomas variam muito e nas várias fases de desenvolvimento da criança. Começam com pouco ou nenhum balbucio, seguido por balbucio menos variado, expansão lenta do vocabulário e com a produção de muitos erros de substituição fonêmica na primeira infância (MAASSEN, 2002; TERBAND; MAASSEN, 2010).

Do ponto de vista do desenvolvimento, um comprometimento motor específico na fala pode afetar a aquisição do processamento fonológico e linguístico e vice-versa. Problemas na produção da fala de origem fonológica podem se disseminar para o processamento motor (GUENTHER, 1994). A explicação de problemas articulatórios como uma alteração expressiva de fala não exclui a possibilidade de problemas de linguagem relacionados a AFI (GROENEN *et al.*, 1996).

Rastreios de marcos do desenvolvimento físico, cognitivo e da linguagem são comuns na prática clínica de pediatras. Atrasos na fala são muitas vezes notados antes dos 3 anos de idade, quando pais ou pediatras percebem que a criança não está apresentando o discurso esperado para os marcos do desenvolvimento. Uma vez que os atrasos são identificados, essas crianças são geralmente encaminhadas para fonoaudiólogos, a fim de se realizar uma avaliação mais aprofundada e, caso necessário, iniciar o tratamento (GLOGOWSKA; CAMPBELL, 2000).

Os processos da linguagem são bastante complexos, envolvem redes de neurônios distribuídas em diferentes regiões cerebrais e se relacionam à percepção da fala, sendo dependentes da integridade da via auditiva periférica e central. Em crianças com alterações de fala e linguagem é importante avaliar essas vias, uma vez que há uma interdependência entre os processos auditivos e de linguagem. As dificuldades em perceber mudanças rápidas no sinal acústico influenciam tanto a percepção do fonema como os aspectos mais abrangentes relacionados ao reconhecimento da fala (LEITE; WERTZNER; MATAS, 2010; SANTOS; MARIS; LEMOS, 2008).

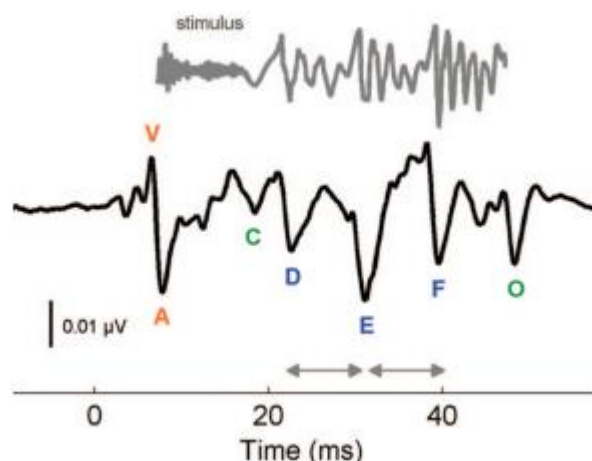
Os PEAs têm sido utilizados para avaliar a via auditiva de crianças com alterações de linguagem, em razão da codificação neural anormal da informação auditiva parecer correlacionada à presença de comprometimentos nas habilidades linguísticas (FARMER; KLEIN, 1995) pois, o sinal acústico ocorre em um período de tempo dentro de um fonema e é essencial para a discriminação perceptual da fala (MILLER; FITCH; TALLAL, 1995).

O PEATE evocado por clique é o mais utilizado na prática clínica por suas propriedades de localização e reprodutibilidade, sendo gerado por diversas estruturas ao longo da via do tronco encefálico como: o nervo auditivo, núcleo coclear, complexo olivar superior, leminisco lateral, colículo inferior e corpo geniculado medial (MÖLLER *et al.*, 1981). Além disso, possui um amplo espectro de frequências e proporciona uma melhor sincronia auditiva (MATAS; GONÇALVES; MAGLIARO, 2009).

Uma vez que o padrão acústico da fala difere dos padrões acústicos do estímulo clique, ultimamente, diversas pesquisas têm sido desenvolvidas a fim de caracterizar as respostas evocadas por estímulos de fala. A fala é um estímulo complexo e composto por inúmeras características acústicas, sendo que a percepção dessas características está relacionada com a codificação neural (ABRAMS *et al.*, 2008).

Quando o PEATE é realizado com o estímulo de fala, chamado *Frequency Following Response*, é constituído por um traçado complexo analisado nas ondas V (análoga à onda V gerada pelo estímulo clique), seguido pelos picos negativos A, C, D, E, F e O e a amplitude V-A (SKOE; KRAUS, 2010), como é possível observar na Figura 1 abaixo. As medidas relativas a latência são evidências objetivas de alterações clínicas, por serem sensíveis e confiáveis (MUSIEK, 1994).

Figura 1 - Traçado do exame do *Frequency Following Response* com os sete picos de respostas denominados V, A, C, D, E, F, O.



Fonte: Skoe; Kraus (2010).

As ondas V e A representam o início do som no tronco encefálico e são referentes a porção transiente do estímulo; a onda C corresponde a parte de transição; as ondas D, E e F correspondem a frequência fundamental (F0) da fonte

sonora e ao primeiro formante (F1), correspondendo a porção sustentada e a onda O é referente a resposta final do estímulo (WIBLE; NICOL; KRAUS, 2005).

O exame FFR tem um escopo clínico diferente do exame PEATE evocado por clique. Embora o PEATE clique reflita fatores como perda auditiva e neuropatia auditiva, o exame FFR pode revelar outros déficits no processamento auditivo (HORNICKEL; KNOWLES; KRAUS, 2012; HORNICKEL; SKOE; KRAUS, 2009; KING *et al.*, 2002).

O uso do exame FFR além de fornecer uma medida quantitativa, no que se refere à codificação neural dos sons da fala, permite compreender a base neural da função auditiva normal e deficiente e detectar pequenas alterações no processamento das informações auditivas (JOHNSON; NICOL; KRAUS, 2005; RUSSO *et al.*, 2004).

Além disso, o exame FFR provou ser essencial para responder perguntas básicas sobre como o sistema auditivo gerencia informações acústicas complexas e como se integra a outros sentidos (ANDERSON *et al.*, 2010; SELINGER *et al.*, 2016). Os estímulos de fala também são mais frequentes que outros estímulos e possuem grande reprodutibilidade intra e inter sujeitos, apresentando características morfológicas estáveis (BANAI; ABRAMS; KRAUS, 2007).

O exame FFR é capaz de representar as propriedades acústicas do estímulo e a alteração dessa resposta pode expressar falha na percepção das características da fala (ROCHA-MUNIZ *et al.*, 2016). Algumas alterações dificilmente seriam detectadas por meio de uma avaliação eletrofisiológica tradicional, por exemplo, por estímulo do tipo clique (SANFINS *et al.*, 2017). Assim, o exame FFR é útil para abordar questões relativas ao comprometimento do processamento auditivo em populações com distúrbios da fala e da linguagem (BASU; KRISHNAN; WEBER-FOX, 2010; ROCHA-MUNIZ; BEFI-LOPES; SCHOCHAT, 2012).

2.1 ARTIGO 1 - *FREQUENCY FOLLOWING RESPONSE* NOS DISTÚRBIOS DE LINGUAGEM: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

RESUMO

Objetivo: analisar os achados do exame do *Frequency Following Response* em crianças e adolescentes com distúrbios de linguagem. **Estratégia de pesquisa:** realizou-se busca nas bases *LILACS* via Bireme, *MEDLINE* via Pubmed, *SciELO*,

Opengrey e *Science Direct*. **Crêterios de seleção:** foram selecionados artigos originais realizados com grupo de estudo e com grupo controle e que abordassem a temática escolhida. **Análise dos dados:** a busca foi realizada por dois pesquisadores, de forma independente, e as etapas de seleção dos estudos consistiram em leitura de títulos, resumos e artigos completos. **Resultados:** foram encontrados 939 resumos e após a leitura, selecionados sete artigos. Dos artigos selecionados para leitura, três foram realizados em crianças dentro do espectro autista, dois com dificuldade de aprendizagem, um com desvio fonológico e um com alteração do desenvolvimento da linguagem. Em todos os estudos analisados houve aumento significativo das latências das ondas V e A e diminuição da amplitude da onda V no FFR. As demais ondas apresentaram resultados diferentes, a depender do distúrbio estudado, o que indica uma dissicronia neural e uma compreensão diferente das características acústicas da fala e das características de percepção da fala, embora de maneira diferente, nos grupos investigados. **Conclusão:** os grupos com distúrbios de linguagem apresentaram resultados diferentes no exame de *Frequency Following Response*, quando comparados com o grupo controle, evidenciando a importância deste exame para avaliar esta população.

Descritores: Linguagem. Distúrbio. Eletrofisiologia. Processamento. Audição.

ABSTRACT

Purpose: to analyze the results of the Frequency Following Response in children and adolescents with language disorders. **Research strategies:** a search was carried out on the LILACS databases via Bireme, MEDLINE via Pubmed, SciELO, Opengrey and Science Direct. **Selection criteria:** selected original articles made with study group and control group that addressed the chosen theme. **Data analysis:** the search was performed by two researchers independently and the study selection steps consisted of reading titles, abstracts and complete articles. **Results:** 939 abstracts were found and after reading, seven articles were selected. Of the articles selected for reading, three were performed on children within the autistic spectrum, two with learning disabilities, one with phonological disorders and one with language impairment. In all the studies analyzed, there was a significant increase in wave V and A latencies and a decrease in wave V amplitude in the FFR. The greater

the variation in different results, which varies according to the alteration studied, which indicates a neural dissection and a different understanding of the acoustic characteristics of speech and the characteristics of speech perception, although differently in the investigated groups. **Conclusion:** the groups with language disorders presented different results in the Frequency Following Response exam, when compared with the control group, showing the importance of this exam to evaluate this population.

Keywords: Language. Disorder. Electrophysiology. Processing. Hearing.

INTRODUÇÃO

Esta revisão sistemática aborda uma exposição dos achados do exame do *Frequency Following Response* (FFR) em crianças e adolescentes com distúrbios de linguagem. Os distúrbios de linguagem apresentam desvios nos padrões esperados de sua aquisição desde as etapas iniciais do desenvolvimento. Existem diferentes tipos de distúrbios de linguagem frequentemente associadas a desordens auditivas, que podem ser avaliados por meio do exame do FFR, que fornece informações detalhadas sobre a representação neural dos sons da fala (1).

O exame do potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE - *Audiotory Brainstem Response* – ABR) registra as atividades bioelétricas relacionadas à estimulação auditiva (2), gerado pela resposta sincrônica de um grande número de neurônios e apresenta um espectro amplo de frequências, que se inicia no nervo auditivo, passando pelo núcleo coclear, complexo olivar superior, lemnisco lateral até o colículo inferior (3). O exame do PEATE é muito utilizado para avaliar a integridade da via auditiva no tronco encefálico, bem como o limiar eletrofisiológico (4).

É possível utilizar o exame do PEATE com estímulo de fala (*ABR-speech*) (5), chamado de FFR, e sua resposta contém uma porção transiente (início do estímulo) e uma porção sustentada (3).

Esse exame pode ser utilizado para fins de diagnóstico complementar em crianças com distúrbios de linguagem, como dificuldade de aprendizagem, transtorno do espectro do autismo (TEA), Transtorno do Processamento Auditivo Central (TPAC), entre outras alterações, trazendo informações de grande

importância tanto para o diagnóstico diferencial quanto para a intervenção fonoaudiológica (3,6).

O objetivo desta revisão sistemática foi analisar os achados do exame do FFR em crianças e adolescentes com distúrbios de linguagem.

ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Realizou-se busca nas bases de dados *LILACS* via Bireme, *MEDLINE* via Pubmed, *SciELO*, *Opengrey* e *Science Direct*, durante os meses de março a outubro de 2019. Foram incluídos artigos originais realizados com crianças e adolescentes com distúrbios de linguagem e com crianças e adolescentes em desenvolvimento típico e que abordassem concomitantemente distúrbios de linguagem e o exame do FFR, sem restrição de idioma ou ano de publicação, sendo de periódicos livres ou não.

Para a realização das buscas nas bases de dados foram utilizados dois construtos: construto de “*Frequency Following Response*” e construto de “distúrbios de linguagem”. O construto de “*Frequency Following Response*” foi composto pela seguinte associação de palavras-chave: (“*Speech ABR*” OR “*complex ABR*” OR “*Frequency Following Response*”). O construto de “distúrbios de linguagem” ficou estabelecido com as associações: (“*language*” OR “*language delay*” OR “*language disorder*” OR “*phonetic disorder*” OR “*phonologic disorder*” OR “*stuttering*” OR “*dislexya*”). A busca foi realizada associando os dois construtos com o operador booleano AND.

CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

A partir das buscas, foram encontrados 939 resumos, sendo 116 artigos na *Lilacs*, 309 na *MedLine*, 514 na *Science Direct*, nenhum na *Opengrey* e nenhum na *SciELO*. Destes, 41 eram duplicados e 851 foram excluídos pelo título. 47 artigos foram avaliados pelo resumo, sendo 29 excluídos, restando 18 para leitura do texto na íntegra. Após essa leitura, 11 artigos foram excluídos, sendo selecionados e analisados sete artigos, com base nos critérios: artigos originais realizados com grupo de estudo e com grupo controle e que abordassem a temática escolhida. Foram excluídos editoriais, estudos de revisão, estudos de casos, teses, dissertações e estudos com adultos e animais.

O fluxo de seleção dos artigos pode ser visualizado na Figura 1.

<Inserir Figura 1>

ANÁLISE DOS DADOS

As buscas foram realizadas por dois avaliadores independentes. As discordâncias foram decididas por consenso. Nos casos em que não houve consenso, um terceiro avaliador foi convocado para tomar a decisão final.

RESULTADOS

Conforme o número de artigos selecionados, percebe-se que ainda são poucos os estudos que utilizam o exame do FFR para avaliar crianças com distúrbios de linguagem. Dos sete artigos selecionados, três foram realizados com crianças dentro do transtorno do espectro autista (TEA) (7–9), dois com crianças com dificuldade de aprendizagem (10,11), um com desvio fonológico (6) e um com alteração do desenvolvimento da linguagem (12). O resumo dos artigos encontra-se no Quadro 1.

<Inserir Quadro 1>

Cinco estudos (6, 8, 9, 10, 12) eram do tipo analítico observacional transversal e dois (7,11) eram do tipo “caso-controle”. O fato da maioria ser de caráter analítico, demonstra o interesse científico pela associação de distúrbios de linguagem com outros dados, como o exame do FFR.

A comparação entre os sexos masculino e feminino não foi objetivo primário de nenhum dos estudos analisados, embora seja analisada indiretamente. A maioria dos participantes era do sexo masculino, o que é observado nos estudos que envolvem distúrbios de linguagem, isso porque podem existir diferenças entre os cérebros masculino e feminino. Em testes padrão de QI, por exemplo, meninas tendem a pontuar mais em habilidades verbais, enquanto meninos superam nas habilidades visuoespaciais (13).

Para crianças com TEA diversas características são observadas, como má localização sonora e dificuldade em ouvir em presença de ruído. A latência das ondas foi o parâmetro mais analisado, em que essas crianças apresentaram latências aumentadas (7-9,14, 15).

Por exemplo, em estudo realizado em crianças com TEA as latências das ondas V e A foram significativamente prolongadas no grupo com TEA em comparação com as obtidas no grupo controle. Além disso, a amplitude da onda E

foi menor e a latência da onda F foi significativamente prolongada no grupo com TEA, em comparação com as obtidas no grupo controle (7).

Estas crianças foram avaliadas por equipes experientes e treinadas com intervalo de aproximadamente dez meses. Três escalas foram usadas para avaliar os participantes com TEA: *Gesell Developmental Diagnostics Schedules* (GDDS), *Child Autism Rating Scale* (CARS) e *Autism Diagnostic Observation Scale* (ADOS). O CARS e o ADOS foram utilizados na avaliação do grupo estudo inicialmente, chamado T1 e do grupo estudo após intervalo médio de 9,68 meses, chamado T2 e o GDDS apenas na avaliação do T1 (7).

O FFR registrado em dois momentos diferentes, T1 e T2, apresentou latência da onda V significativamente reduzida e as amplitudes das ondas A e C foram significativamente maiores em T2, quando comparadas às registradas em T1 (7).

Outros estudos descreveram crianças e adolescentes com TEA, onde todas as ondas do exame do FFR apresentaram latências aumentadas e duração do complexo V-A mais longa (8). Também foram identificados exame do FFR menos estáveis para os sons da fala (9), quando comparado com o grupo controle (crianças e adolescentes em desenvolvimento típico).

Todos esses estudos sugerem que indivíduos com TEA apresentam déficits na codificação neural temporal da fala ao nível de tronco cerebral, e podem contribuir para a compreensão dos perfis de linguagem e comunicação observados nesta população (15).

Dentre outras alterações encontradas, foi observado: (i) aumento na latência das ondas V, A, C, F, O; (ii) *slope* e área com resultados significativamente diferentes; e (iii) diminuição da amplitude da onda V no exame do FFR das crianças com desvio fonológico quando comparado ao grupo controle (6). Esses achados podem caracterizar codificação neural prejudicada para sons complexos, o que poderia contribuir para a disfunção no processamento do estímulo da fala.

Pesquisas em crianças com problemas de aprendizagem descreveram pior morfologia da onda V (10), latências significativamente maiores e amplitude diminuída das ondas V e A e do complexo V-A no exame do FFR (11), quando comparado com as crianças em desenvolvimento típico.

Por meio de testes com crianças em desenvolvimento escolar típico e crianças diagnosticadas com problemas de aprendizagem, observou-se que não houve diferença nos grupos quando utilizado o exame do PEATE com estímulo

clique, mas, quando utilizada a sílaba /da/, o grupo de estudantes com problemas de aprendizagem apresentou aumento na latência das respostas obtidas, quando comparado ao grupo controle do estudo (13).

Além de demonstrar a importância da utilização do exame do FFR, a hipótese de que há diferenças na latência para crianças com problemas de aprendizagem é fortalecida (8, 10, 11, 13).

Uma análise comparativa das respostas do exame do FFR entre crianças com desenvolvimento típico e crianças com TPAC e distúrbio de linguagem mostrou que enquanto as crianças com TPAC podem ter maior dificuldade em distinguir estímulos com base em sinais de tempo, as crianças com distúrbio de linguagem têm dificuldade adicional em distinguir harmônicos da fala, importantes para a identificação dos sons da fala. Esses dados podem indicar que os processos neurais mediados pelo tronco cerebral auditivo diferem entre crianças com TPAC e alteração do desenvolvimento da linguagem (12).

Estudos em crianças com desenvolvimento típico, comparadas as crianças com TPAC e crianças com distúrbios específicos de linguagem, demonstraram que quando o exame do FFR foi realizado sem ruído de fundo, não houve diferenças significativas entre os grupos, exceto em relação às medidas do complexo V-A, que mostrou-se alterado no grupo das crianças com TPAC. Porém, quando foi utilizado um ruído, as crianças diagnosticadas com os distúrbios apresentaram latências aumentadas (16).

Crianças com distúrbios de linguagem aparentam apresentar maiores dificuldades em testes com ruído (17), sendo o exame do FFR útil para esta avaliação.

Em todos os estudos analisados houve aumento significativo das latências das ondas V e A e diminuição da amplitude da onda V no exame do FFR. As demais ondas mostraram resultados diferentes, a depender da alteração estudada. Este resultado pode indicar dissincronia neural e compreensão diferente das características acústicas da fala e das características de percepção da fala, embora de maneira diferente nos grupos investigados.

A interpretação as respostas do exame do FFR, possibilita esclarecer diagnósticos e agregar informações objetivas às análises e avaliações de linguagem, confrontando os desempenhos entre as populações estudadas. Entretanto, sugere-se que mais pesquisas sejam realizadas para verificar estas hipóteses e analisar

outros aspectos do exame do FFR, como a análise no domínio das frequências e do ângulo das ondas.

CONCLUSÃO

Populações com alterações de linguagem apresentaram aumento na latência de ondas, principalmente das ondas V e A e diminuição da amplitude da onda V no exame do FFR, quando comparados a população com desenvolvimento típico. Assim, evidencia-se a importância deste exame como uma ferramenta útil na avaliação de indivíduos com distúrbios de linguagem.

REFERÊNCIAS

1. Coffey EBJ et al. Evolving perspectives on the sources of the frequency-following response. *Nature communications*. 2019;10(1):1-10.
2. Filippini R, Schochat E. Potenciais evocados auditivos de tronco encefálico com estímulo de fala no transtorno do processamento auditivo. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2009;75(3):449-455.
3. Rocha CN et al. Potencial evocado auditivo de tronco encefálico com estímulo de fala. *Pró-Fono R Atual Cient*. 2010;22(04):479-484.
4. Leite RA, Magliaro FC, Raimundo JC, Gândara M, Garbi S, Bento RF, et al. Effect of hearing aids use on speechstimulus decoding through speech-evoked ABR. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2018;84(1):66-73.
5. Russo N, Trent N, Musacchia G, Kraus N. Brainstem responses to speech syllables. *Clin Neurophysiol*. 2004;115:2021-30.
6. Ferreira L, et al. Analysis of the components of Frequency-Following Response in phonological disorders. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2019;122:47-51.
7. Chen J, Liang C, Wei Z, Cui Z, Kong X, Dong C, et al. Atypical Longitudinal Development of Speech-Evoked Auditory Brainstem Response in Preschool Children with Autism Spectrum Disorders. 2019;1–10.
8. Ramezani M, Lotfi Y. Auditory brainstem response to speech in children with high functional autism spectrum disorder. 2018. Ramezani M, Lotfi Y. Auditory brainstem response to speech in children with high functional autism spectrum disorder. 2018.
9. Meyer SO, Krizman J, Schwoch TW, Kraus N. Children with autism spectrum disorder have unstable neural responses to sound. *Exp Brain Res [Internet]*. 2018;0(0):0. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00221-017-5164-4>.

10. Wible B, Nicol T, Kraus N. Atypical brainstem representation of onset and formant structure of speech sounds in children with language-based learning problems. 2004;67:299–317.
11. Malayeri S, Lotfi Y, Moossavi SA, Rostami R, Faghihzadeh S. Brainstem response to speech and non-speech stimuli in children with learning problems. *Hear Res.* 2014;313.
12. Rocha-muniz CN, Befi-Lopes DM, Schochat E. Investigation of auditory processing disorder and language impairment using the speech-evoked auditor brainstem response. 2012;294:143–52.
13. King C, et al. Deficits in auditory brainstem pathway encoding of speech sounds in children with learning problems. *Neuroscience letters.* 2002;319(2):111-115.
14. Filippini R, Befi-Lopes DM, Schochat E. Efficacy of auditory training using the auditory brainstem response to complex sounds: auditory processing disorder and specific language impairment. *Folia Phoniatica et Logopaedica.* 2012;64(5):217-226.
15. Cunningham J, et al. Neurobiologic responses to speech in noise in children with learning problems: deficits and strategies for improvement. *Clinical Neurophysiology.* 2001;112(5):758-767.
16. Sanfins MD, et al. An analysis of the parameters used in speech ABR assessment protocols. *The journal of international advanced otology.* 2018;14(1):100-105.
17. Pillion JP, Boatman-Reich D, Gordon B. Auditory Brainstem Pathology in Autism Spectrum Disorder: A Review. *Cognitive And Behavioral Neurology.* 2018;31(2):53-78.

Quadro 1 - Autor, casuística, método de registro, objetivo, principais resultados e conclusão dos artigos selecionados.

Autor/Ano/Locai	Casuística (n) e faixa etária	Método de registro	Objetivo	Resultado	Conclusão
Wible; Nicol; Kraus, 2004 Chicago (Estados Unidos)	Analítico observacional transversal Grupo estudo: 11 crianças com problemas de aprendizagem, com média de idade de 11,1 anos. Grupo controle: nove crianças sem alteração.	PEATE com estímulo clique e FFR com estímulo /da/ de 40 ms na orelha direita.	Investigar como o tronco auditivo cerebral representa elementos constituintes dos sons da fala em crianças com problemas de aprendizagem.	As crianças com problemas de aprendizagem apresentaram a morfologia da onda V pior do que as crianças do grupo controle. A amplitude do FFR foi diminuída no grupo estudo e o <i>slope</i> significativamente menor nessas crianças	Esses dados sugerem que a má representação de componentes cruciais dos sons da fala pode acarretar dificuldades nos processos de linguagem.
Rocha-Muniz; Befi-Lopes; Schochat, 2012 São Paulo (Brasil)	Analítico observacional transversal 57 crianças (6-12 anos), separadas em três grupos: desenvolvimento típico (n = 18), transtorno do processamento auditivo (n = 18) e alteração de linguagem (n = 21).	FFR com estímulo /da/ de 40 ms na orelha direita.	Investigar se há diferença no resultado do FFR em crianças que receberam diagnóstico de distúrbio de linguagem quando comparado com crianças que receberam diagnóstico de transtorno do processamento auditivo (TPAC).	A análise comparativa das respostas entre crianças com o desenvolvimento típico, de crianças com TPAC e com distúrbio de linguagem, revelou que as crianças com TPAC poderiam ter uma maior dificuldade em distinguir estímulos com base em pistas temporais e que as crianças com distúrbio de linguagem possuem dificuldade adicional de distinguir os harmônicos da fala.	O grupo com distúrbio de linguagem exibiu pior desempenho quando comparado com os grupos de transtorno do processamento auditivo e crianças típicas, sugerindo que uma representação pior de componentes cruciais dos sons da fala poderia acarretar dificuldades com o processamento da linguagem.

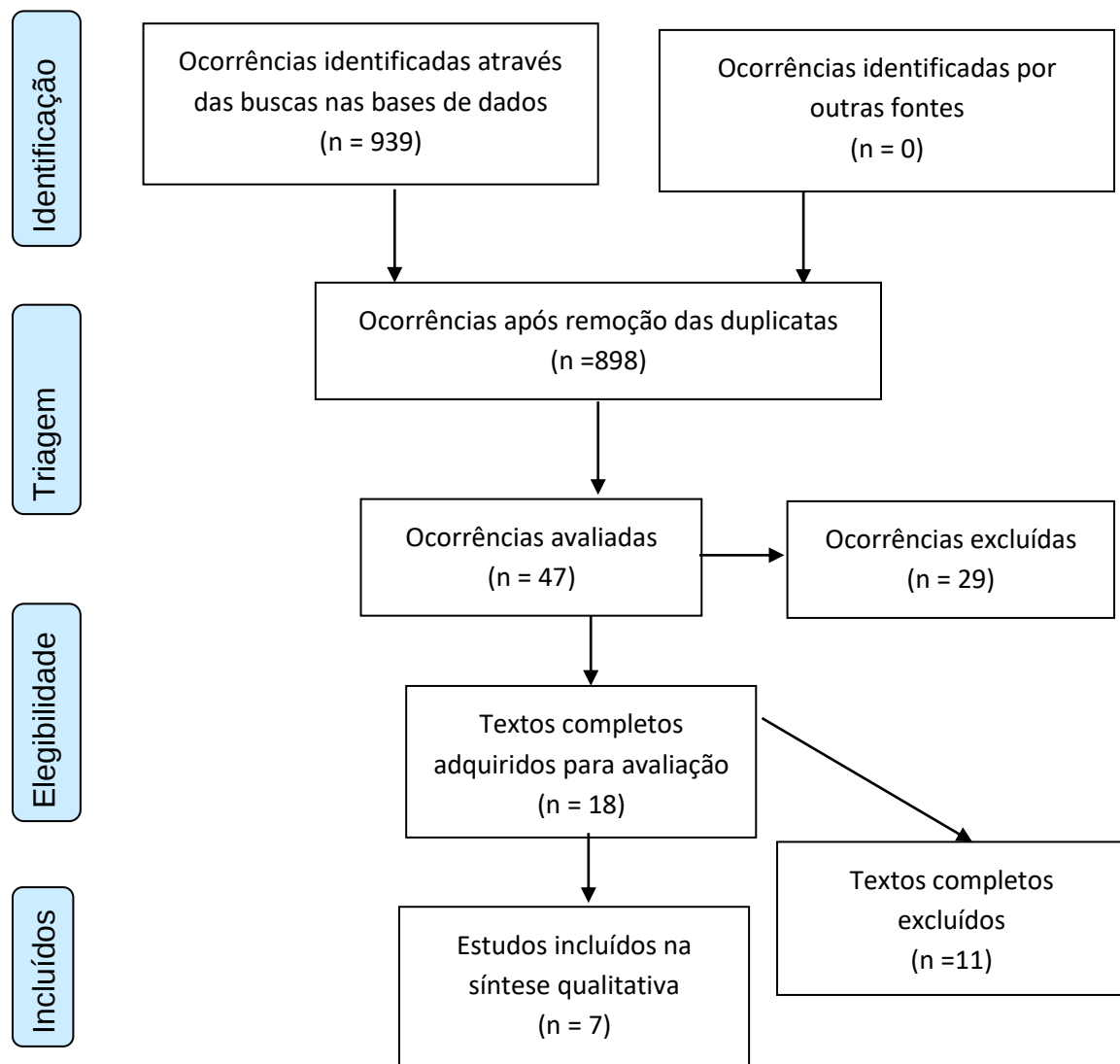
Malayeri; Lotfi; Moossavi; Rostami; Faghihzadeh, 2014 Tehran (Irã)	Grupo estudo: 49 crianças com problemas de aprendizagem. Grupo controle: 34 crianças com aprendizagem típica.	PEATE com estímulo clique e FFR com estímulo /da/ de 40 ms na orelha direita.	Comparar os componentes de latência e amplitude do PEATE clique e do FFR entre crianças com problemas de aprendizagem e aquelas sem alteração.	As latências das ondas III, V e Vn, a latência inter- picos V-Vn no PEATE clique e as latências das ondas V e A e do complexo V-A no FFR foram, significativamente, maiores nas crianças com problemas de aprendizagem do que nas crianças com desenvolvimento típica.	Parece que os déficits no processamento auditivo temporal influenciam os componentes de tempo dos estímulos clique e fala. Isso sugere uma possível conexão compartilhada entre estímulos de fala e sons não verbais para processamento no tronco cerebral.
Ramezani; Lotfi; Moossavi; Bakhshi, 2018 Tehran (Irã)	Analítico observacional transversal Grupo estudo: 28 adolescentes do sexo masculino com TEA. Média de idade de 14,36 anos. Grupo controle: 28 adolescentes do sexo masculino com desenvolvimento típico. Média de idade de 14,99 anos.	FFR com estímulo /da/ de 40 ms na orelha direita.	Investigar o processamento de fala subcortical em adolescentes com TEA de alto desempenho.	As latências de todas as ondas no FFR e a duração do complexo V-A foram significativamente mais longas em crianças com TEA do que em crianças típicas.	A sincronização da atividade neural está prejudicada, o que indica uma disfunção no processamento do estímulo de fala no nível do tronco encefálico.

Otto-Meyer; Krizman; White-Schwoch; Kraus, 2018 Evanston (Estados Unidos)	Analítico observacional transversal Grupo estudo: 12 crianças com diagnóstico de TEA de alto desempenho, com idade entre 7 e 13 anos, 1 do sexo feminino (média de idade = 10,71 anos) Grupo controle: 12 crianças, com idade e sexo pareados, com desenvolvimento típico.	PEATE com estímulo clique e FFR com estímulo /d/ de 40 ms e a sílaba /ya/ com duração de 230 ms, na orelha direita.	Comparar a estabilidade entre o PEATE clique e o FFR de crianças com TEA de alto desempenho e crianças com desenvolvimento típico.	As comparações entre os grupos descobriram que as crianças com TEA apresentaram menor estabilidade de resposta do que as crianças com desenvolvimento típico, em todos os estímulos.	A reduzida estabilidade auditiva encontrada nas crianças com TEA poderia contribuir para os perfis de linguagem e comunicação observados nesses indivíduos.
Ferreira et al., 2019 Santa Maria (Brasil)	Analítico observacional transversal Grupo estudo: 30 crianças com diagnóstico de desvio fonológico, sendo 18 do sexo masculino e 12 do sexo feminino (média de idade = 6,9 anos). Grupo controle: 30 crianças sem alteração de linguagem, sendo 13 do sexo masculino e 17 do sexo feminino (média de idade = 6,6 anos).	FFR com estímulo /da/ de 40 ms na orelha direita.	Investigar como o desvio fonológico afeta as respostas das principais características do FFR no domínio do tempo.	As latências de cinco componentes das ondas no FFR (V, A, C, F e O) em crianças com distúrbio fonológico foi significativamente diferente da encontrada no grupo controle.	As respostas do FFR foram alteradas em crianças com desvio fonológico. Isso sugere que crianças com esse distúrbio apresentam uma desorganização na codificação neural para sons complexos.

Chen et al., 2019 Shenzhen (China)	Caso controle Grupo estudo: 15 Crianças com TEA, com idade entre 3 e 6 anos. Grupo controle: 20 crianças com desenvolvimento típico, faixa etária entre 3 e 6 anos	FFR com estímulo /da/ de 40 ms na orelha direita.	Avaliar o padrão de desenvolvimento do processamento da informação auditiva no nível do tronco encefálico.	No grupo estudo, a latência da onda V, do PEATE de fala, foi significativamente reduzida e as amplitudes das ondas A e C foram significativamente maiores em T2, comparadas às registradas em T1 (9,68 meses, em média). Comparadas ao grupo controle, as latências da onda V e A foram prolongadas em T1, enquanto a amplitude da onda E diminuiu e a latência da onda F prolongada em T2. Houve correlação parcial positiva entre o desempenho da linguagem e a amplitude da onda A no grupo com TEA.	Esses resultados indicam que o processamento auditivo no nível subcortical é bem desenvolvido nas crianças em idade pré-escolar, mas é imaturo e com alterações quando observado nas crianças com TEA, na mesma faixa etária.
---	---	---	--	--	---

Fonte: A autora (2020) – PEATE = potencial evocado auditivo de tronco encefálico, FFR = *Frequency Following Response*, TPAC = transtorno do processamento auditivo central, TEA = transtorno do espectro autista.

Figura 1 - Fluxograma dos artigos encontrados e selecionados para a revisão sistemática.



Fonte: A autora (2020).

3 MÉTODO

3.1 TIPO DE ESTUDO

Analítico, do tipo transversal e observacional.

3.2 LOCAL DO ESTUDO

Esta pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Audição e Tecnologia (LATEC) da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL).

3.3 POPULAÇÃO DO ESTUDO

O estudo foi realizado com crianças com AFI, atendidas no serviço de fonoaudiologia no Estado de Alagoas e crianças com desenvolvimento típico da linguagem.

3.4 AMOSTRA

Participaram 30 crianças, recrutadas por conveniência e selecionadas considerando os critérios de inclusão e exclusão. Após divulgação nas escolas do Estado de Alagoas, foram selecionados 15 participantes para o grupo controle (GC), sem histórico de alterações de linguagem, com audição normal, sem problemas audiológicos, otológicos e/ou neurológicos anteriores e com desempenho adequado nas provas do Instrumento de Avaliação Dinâmica das Habilidades Motoras da Fala – DEMSS-BR (GUBIANI, 2016) e Teste de Vocabulário Auditivo – TVAud 33 (CAPOVILLA; NEGRÃO; DAMÁZIO, 2011).

Os participantes do grupo estudo (GE) foram recrutados em clínicas de fonoaudiologia do Estado de Alagoas. Foram selecionadas crianças com apraxia de fala infantil, audição normal, sem histórico de problemas audiológicos, otológicos e/ou neurológicos.

Foram excluídas crianças com más-formações de pavilhão auricular e conduto auditivo externo, que impossibilitassem a realização do exame do FFR; com diagnóstico de transtorno do espectro autista ou com alguma síndrome; e, no GC, indivíduos que haviam realizado terapia fonoaudiológica.

3.5 VARIÁVEIS ESTUDADAS

3.5.1 Latência: Unidade de tempo

3.5.2 Amplitude: Deslocamento máximo de um sistema oscilante

3.5.3 Slope: Inclinação da onda

3.5.4 Área: Área entre o pico e o vale da onda

3.5.5 Diagnóstico de AFI: Alteração de fala

3.5.6 Tipo de estímulo: Clique e sílaba /da/

3.6 COLETA DE DADOS

3.6.1 Assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (APÊNDICE A)

Todos os responsáveis pelos participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que os deixaram cientes do objetivo do estudo, seus riscos e benefícios, do sigilo quanto a sua identidade e da utilização dos dados colhidos para os fins de pesquisa, bem como a possibilidade de desligar-se da pesquisa no momento em que desejassem, sem que isso os prejudicasse de alguma forma. Os voluntários não receberam nenhuma forma de auxílio financeiro para a realização das avaliações. As crianças também assentiram oralmente em participar da coleta.

3.6.2 Aplicação do questionário (APÊNDICE B)

Foi aplicado um questionário com o responsável pela criança no momento da coleta. Este questionário foi elaborado buscando caracterizar a amostra, levantar dados sobre histórico de presença de perda auditiva, infecções otológicas, má-formações de cabeça e pescoço, síndromes, presença de intercorrências clínicas e intervenções fonoaudiológicas.

3.6.3 Caracterização auditiva

A fim de atender aos critérios de inclusão e descartar perdas auditivas, foi realizada audiometria tonal por via aérea, nas frequências entre 500 Hz a 8000 Hz, com fones auditivos supra aurais, com audiômetro Interacustics – AD 626, em cabina acústica, em ambas as orelhas. Utilizou-se como critério de normalidade média tritonal 500, 1000 e 2000 Hz de até 20 dB NA. Antes de cada exame, foi realizada otoscopia.

3.6.4 Avaliação da linguagem expressiva

Crianças inicialmente diagnosticadas com AFI e as do grupo controle, foram submetidas a uma avaliação prévia com fonoaudióloga treinada na área, uma vez que a AFI é de difícil diagnóstico e pode ser confundida com outras alterações de fala e linguagem (FORREST, 2003; IUZZINI, FORREST, 2010). Para tal, foi utilizado o DEMSS-BR (GUBIANI, 2016), validado para o português brasileiro, que avalia os distúrbios dos sons da fala, entre eles a AFI, utilizando sete subtarefas com diferentes níveis de complexidade: monossílabos (vogal-vogal; consoante-vogal; consoante-vogal-consoante), dissílabos (sílabas duplicadas, com a mesma consoante; ou com formas variadas) e polissílabos.

Inicialmente, foi solicitado a criança que imitasse o estímulo. Caso não conseguissem, eram ofertadas pistas visuais, táteis e/ou cinestésicas para auxiliar na melhor articulação da palavra. A cada pista articulatória ofertada, uma pontuação diferenciada era marcada. A pontuação final depende do desempenho das crianças nas variáveis de precisão da produção, consistência (do erro ou acerto), vogal e prosódia. A fala espontânea também foi avaliada, com observação dos mesmos parâmetros (consistência dos erros, precisão da produção e prosódia).

A precisão da produção está relacionada à resposta da criança. Esta pode ser correta na primeira tentativa (sem pistas – quatro pontos), correta na primeira tentativa com pista (dois pontos), correta em duas a quatro tentativas (um ponto) ou, não correta após todas as pistas/tentativas (0). Caso ainda apresente substituições ou distorções consistentes, estas são consideradas erradas, porém com pontuação igual a três. Esta pontuação é atribuída a fim de diferenciar erros consistentes de inconsistentes.

3.6.5 Avaliação da linguagem compreensiva

Foi utilizado o Teste de Vocabulário Auditivo (TVAud) abreviado, com 33 itens (TVAud-A33) (CAPOVILLA; NEGRÃO; DAMÁZIO, 2011), que avalia o desenvolvimento do vocabulário receptivo da criança, composto por 33 figuras apresentadas por meio de pranchas em que uma figura-alvo está disposta junto com quatro distratores. A criança deve apontar a figura correspondente ao enunciado do avaliador. Após realizar a tarefa, foi calculada a porcentagem de acerto, que teve como parâmetro de normalidade o valor médio de 31 a 33 pontos.

Para a realização desses testes, os participantes sentaram de frente para a

pesquisadora e a avaliação foi gravada em câmera fotográfica digital. A transcrição dos dados coletados foi realizada no protocolo de marcação dos próprios testes utilizados.

3.6.6 Avaliação dos exames PEATE clique e FFR

Cada criança foi posicionada confortavelmente em uma poltrona, em sala silenciosa. Foi realizada limpeza da pele com pasta abrasiva, seguida da colocação dos eletrodos na seguinte configuração: dois eletrodos de polaridade negativa, posicionados na região da mastoide (M1 e M2), um eletrodo de polaridade positiva posicionado na região superior da fronte (Fz) e o eletrodo terra posicionado na região inferior da fronte (Fpz). O estímulo foi enviado, via fone de inserção (E39), para ambas as orelhas separadamente.

Para aquisição do exame do PEATE com o estímulo clique, foram utilizados os seguintes parâmetros: intensidade do clique em 70 dB NA, taxa de apresentação do estímulo em 13.1/seg, 2000 *sweeps*, filtros entre 50-3000 Hz, janela de 12 ms, polaridade rarefeita e ganho de 100.000 vezes.

Para o exame do FFR, o estímulo de fala /da/, com 40 ms, foi apresentado com intensidade de 80 dB NPS e velocidade de apresentação de 10,9 estímulos/seg. A janela de gravação foi definida entre 74,67 ms, com filtros entre 100 - 2000 Hz. Foram promediados 2000 *sweeps*, em duas varreduras independentes e somadas ao final. A marcação foi realizada na onda resultante.

A sílaba /da/ foi escolhida por ser mais extensivamente estudada; ser uma sílaba relativamente universal incluída nos inventários fonéticos da maioria das línguas; o som consistir em um segmento transitório seguido por um segmento periódico sustentado, sendo de certa forma, muito parecido com um clique seguido de um tom e provocar respostas auditivas claras e replicáveis do tronco cerebral (SKOE; KRAUS, 2010).

3.7 ANÁLISE DOS TRAÇADOS

No estímulo traçado resultante do exame do PEATE com estímulo clique, foram identificadas e analisadas as ondas I, III e V. A análise consistiu na identificação da latência absoluta e interpicos e da amplitude de cada onda.

No traçado resultante do exame do FFR, foram identificadas e analisadas as ondas V, A, C, D, E, F e O (SKOE; KRAUS, 2010). A análise consistiu na

identificação da latência absoluta de cada onda e na amplitude das ondas V e A e no *slope* e área do complexo V/A.

Todos os traçados foram analisados por pelo menos dois pesquisadores experientes na área, para garantir a confiabilidade dos valores obtidos.

3.8 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram tabulados pelo *Microsoft Office Excel*, versão 2013 (*Microsoft, Redmond, USA*). Em seguida, as análises descritivas e inferenciais foram realizadas com auxílio do *software Statistical Package for the Social Sciences*, versão 20.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA).

Os resultados foram expressos através das medidas estatísticas: média, desvio padrão, intervalo de confiança inferior, intervalo de confiança superior. A normalidade das amostras foi verificada com o teste de *Shapiro-Wilk*. Para verificar a presença de diferença significativa entre as condições para cada tipo de onda foi utilizado o teste *t-Student* pareado ou *Wilcoxon* para dados pareados, a depender da normalidade das amostras. Assim, o teste *t-Student* foi aplicado quando ambas as distribuições dos pares eram normais e o *Wilcoxon* quando não eram. Os valores de *p* foram considerados significativos quando menores que 0,05.

3.9 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Esta pesquisa está vinculada a um projeto aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos do Centro Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (CCS/UFPE) sob parecer de número 2.419.014, e atendeu a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde do Brasil (ANEXO D).

Os responsáveis pelas crianças foram esclarecidos acerca dos objetivos da pesquisa, seus riscos, benefícios e a responsabilidade do pesquisador. Após este procedimento, foi solicitado seu consentimento por escrito para que a criança pudesse participar do estudo por meio da assinatura do TCLE. Ao término da pesquisa, foram ofertados à população estudada os resultados gerais das avaliações. Todos os dados coletados foram armazenados em um computador portátil de uso exclusivo dos pesquisadores, garantindo o sigilo das informações que, porventura, venham a identificar o participante da pesquisa. Estes dados serão utilizados somente nesta pesquisa. É mantido o direito de atualizar sobre os

resultados parciais da pesquisa, quando em abertos, ou de resultados que sejam do conhecimento dos pesquisadores.

Todos os dados coletados nesta pesquisa (a entrevista, exames audiológicos e avaliação de linguagem realizados), ficarão armazenados em pastas de arquivo e nos computadores do laboratório de audiologia, sob a responsabilidade da pesquisadora principal.

4 RESULTADOS

4.1 ARTIGO 2 - FREQUENCY FOLLOWING RESPONSE IN CHILDHOOD APRAXIA OF SPEECH

ABSTRACT

Background: poor speech perception skills in children with childhood apraxia of speech has been described, but it remains inconclusive the relation between auditory and phonetic processes. **Purpose:** to compare findings of the Frequency Following Response between children with childhood apraxia of speech and children in typical development. **Research Design:** observational cross-sectional analytical study. Study sample: 30 children with normal hearing of both genders were divided into two groups: 15 children with childhood apraxia of speech and 15 children with typical language development. **Intervention:** Frequency Following Response was performed with /da/ syllable. **Data collection and analysis:** right and left ears were individually tested using the /da/ syllable. **Results:** a significant latency delay was found on wave V, A and C in children with childhood apraxia of speech. These waves are responses of the transient portion of the /da/ syllable, specifically the consonant /d/, and their latency delay suggests difficulty in processing transient sounds. **Conclusion:** difficulty in neural coding of transient sounds may suggest that speech apraxia in children is not purely a motor speech disorder.

Keywords: Frequency Following Response, Auditory Brainstem Response, Apraxia, Speech

Abbreviations: FFR = Frequency Following Response; CAS = Childhood Apraxia of Speech; ABR = Auditory Brainstem Response; AEP = Auditory Evoked Potentials; DEMSS – BR = Dynamic Evaluation of Motor Speech Skill; TVAud 33 = The Auditory Vocabulary Test.

INTRODUCTION

Childhood Apraxia of Speech (CAS) is a speech disorder that involves speech motor planning and programming. It is characterized by inconsistent errors in consonants and vowels production of syllables and words, difficulty in co-articulating sounds, and inadequate prosody (ASHA, 2007). In addition, these children know

limited set of consonants and vowels, frequent omissions, inconsistent articulation, increased number of errors in longer units of speech, difficulty in replicating words and sentences, predominant use of simple syllabic forms (Murray et al, 2015; Shriberg et al, 2017a) and deficit in speech processing (Shriberg et al, 2017b).

There is a specific relationship between the perception of consonants and articulatory deficits (Maassen et al, 2003; Froud and Khamis-Dakwar, 2012). However, that is still a lack of investigation regarding the correlation between perception and production skills in children with CAS. Although there are evidences of poor speech perception skills in these children, the relation between auditory and phonetic processes remains inconclusive. These children present changes in auditory processing, especially for vowels perception, when compared to children with typical development (Maassen et al., 2003).

Auditory Evoked Potentials (AEP) responses can be an important tool for assessing neural mechanisms of sounds perception and speech processing in apraxia children. Due to the fact that abnormal neural coding of auditory information seems to be linked to the presence of impaired language skills, this approach has been widely used to analyze the auditory pathway of children with language disorders (Ferreira et al, 2019).

Frequency Following Response (FFR) has been used as a quantitative measure of neural coding of speech sounds, providing information regarding the neural basis of normal hearing function. It also detects small changes in auditory information processing (Skoe and Kraus, 2010; Rocha-Muniz et al, 2016).

Among all speech stimuli used in FFR recordings, the /da/ syllable seems to be an appropriate option to study hearing coding for being an acoustically complex sound that generates traces of the transient portion of the sound (waves V and A), the transition portion (wave C), and the sustained portion (waves D, E and F). The negative peak called 'O' corresponds to the offset of the sound (Skoe and Kraus, 2010; Jafari and Malayerid, 2016).

The main goal of this study was to compare findings of the Frequency Following Response between children with CAS and children in typical development.

METHOD

This is an observational, analytical, descriptive cross-sectional study, approved by a Research Ethics Committee under number 2419014. This research

followed norms and regulatory guidelines for research with human beings presented at the Resolution 466/12 of the Brazilian National Health Council.

Participants were recruited by convenience and data assessment was scheduled according to participants and researchers' availability. All participants' parents signed a Consent Form, and all children orally consented to participate.

Before data collecting, all parents were submitted to a questionnaire regarding their children history of hearing and language development. All children were submitted to a pure tone audiometry and language assessment. Normal hearing was considered when pure tone average was equal or better than 20 dB HL.

Language assessment was performed to rule out other language disorder and to confirm the CAS diagnosis. For the Dynamic Evaluation of Motor Speech Skill (DEMSS-BR) (Gubiani, 2016) test, children were encouraged to repeat a sound spoken by the researcher. When the child was unable to orally repeat, visual, tactile and/or kinesthetic clues were offered. For each clue offered, there was a change on the score. The final score represented the child's performance in production accuracy, consistency of answers, vowel and prosody. This score was used to differentiate between consistent and inconsistent errors.

The Auditory Vocabulary Test (TVAud-33) (Capovilla et al, 2011) was used to investigate the development of receptive vocabulary. The child was supposed to point out the image corresponding to the evaluator's statement. Thirty-three images were presented in boards. Target images were presented together with four distractors. For each correct answer, the child was scored. All language tests were performed by a trained speech therapist.

Thirty children participated in the study. They were divided into two groups: (1) fifteen children (four females) previously diagnosed with CAS. Children of this group had no hearing complaints and aged between 3 and 11 years old; (2) fifteen typical developing children, matched for age and gender with the CAS children, without any language or hearing complains. Children of this group have never been submitted to speech therapy.

DATA COLLECTING

Data collecting consisted in click Evoked Auditory Brainstem Response (ABR) and FFR using the /da/ syllable.

For the FFR testing, the synthetic /da/ syllable was used. It is formed by a transient component, corresponding to the consonant /d/ and a sustained component, corresponding to the vowel /a/. The response generated by this syllable presents a positive peak, called wave V for being equivalent to wave V found in click ABR, and a negative peak, called wave A (Skoe and Kraus, 2010).

For both AEP exams, children were comfortably positioned on a reclining chair, with the option of watching mute videos on a smart phone or a tablet. Reference electrodes were fixed on the left (M1) and right mastoid (M2), the active electrode on upper forehead (Fz), and the ground electrode on lower forehead (Fpz). Stimuli were sent by insert earphones (E39) to both ears, individually.

The click ABR parameters were as following: intensity of 70 dBHL, presentation rate of 13.1/sec, 2000 sweeps, filters between 50-3000 Hz, 12ms window, alternating polarity and gain of 100,000 times.

FFR exam parameters were used as following: intensity of 80 dB HL, presentation rate of 10.9/sec, 74.66 ms window, filters between 50 and 1500 Hz, sum of two replicated traces with 2000 sweeps (total of 4000 sweeps, for each ear). Negative and positive peaks identified on the final traces of waves V, A, C, D, E, F, O (Skoe and Kraus, 2010). Slope and area of the V/A complex were also calculated.

All procedures were performed in a single session and following the same sequence for both groups, with the FFR performed at last.

DATA ANALYSIS

The data were processed using the Statistical Package for the Software Social Sciences (SPSS), version 20.0 (IBM Corp, Armonk, NY). Initially, a Shapiro-Wilk test was used to investigate normality in data distribution of each group. Statistical analysis was performed using the paired Student's T test, for parametric sample, or Wilcoxon, for non-parametric sample, with a p-value considered significant when below 0.05.

RESULTS

Regarding children's characteristics, shown on Table 1, CAS children presented worse results in DEMSS-BR when compared to the typical developing children group. They presented greater difficulty in monosyllable words tasks with consonant-vowel-consonant structure, dissyllables with different consonants and,

especially, in polysyllabic words. For the TVAud 33 evaluation, all children showed similar results.

Table 1 - Typical language development and CAS children characteristics

	CAS N (%)	TDC N (%)
Gender		
Male	11 (73,33)	11 (73,33)
Female	4 (26,66)	4 (26,66)
Age (mean)	5,7± 2,28	5,7± 2,28
DEMSS-BR (mean)	105,87 ± 14,06	169,87 ± 0,13
TVAud-33 (mean)	30,93 ± 0,95	31,40 ± 0,95

Origination: The author (2020) - CAS = childhood apraxia of speech, TDC = typical development children, DEMSS-BR = Dynamic Evaluation of Motor Speech Skill, TVAud-33 = Auditory Vocabulary Test

Table 2 describes analysis of click ABR absolute latencies and interpeak intervals. There was no difference between groups for waves I, III, V absolute latencies and I-III and I-V interpeak intervals, on right and left ears. However, the right ear, interpeak interval III-V showed a significant difference, being higher for CAS children (p value = 0.025).

Table 2 - Click ABR absolute latencies and interpeak intervals

Wave/Interpeak	Ear	Group	Mean (SD)	% (N=15)	CI Min	CI Max	P value
I	RE	CAS	1,51 ± 0,15	100%	1,51	1,59	0,521 ¹
		TDC	1,55 ± 0,15	100%	1,55	1,63	
	LE	CAS	1,59 ± 0,16	100%	1,59	1,68	0,297 ¹
		TDC	1,50 ± 0,20	100%	1,51	1,61	
III	RE	CAS	3,68 ± 0,27	100%	3,71	3,83	0,095 ²
		TDC	3,85 ± 0,15	100%	3,84	3,93	
	LE	CAS	3,73 ± 0,16	100%	3,73	3,82	0,220 ²
		TDC	3,81 ± 0,20	100%	3,84	3,92	
V	RE	CAS	5,58 ± 0,22	100%	5,58	5,70	0,765 ¹
		TDC	5,56 ± 0,17	100%	5,55	5,65	
	LE	CAS	5,60 ± 0,26	100%	5,61	5,75	0,569 ²
		TDC	5,58 ± 0,11	100%	5,58	5,64	
I-III	RE	CAS	2,17 ± 0,30	100%	2,19	2,34	0,167 ²
		TDC	2,28 ± 0,16	100%	2,28	2,38	
	LE	CAS	2,13 ± 0,21	100%	2,13	2,26	0,082 ²
		TDC	2,30 ± 0,16	100%	2,31	2,39	
III-V	RE	CAS	1,90 ± 0,34	100%	1,84	2,09	0,025 ^{2*}
		TDC	1,72 ± 0,20	100%	1,72	1,84	
	LE	CAS	1,87 ± 0,21	100%	1,86	1,99	0,145 ²
		TDC	1,77 ± 0,20	100%	1,75	1,88	
I-V	RE	CAS	4,07 ± 0,21	100%	4,07	4,19	0,478 ¹
		TDC	4,01 ± 0,21	100%	4,01	4,13	
	LE	CAS	4,01 ± 0,27	100%	3,99	4,16	0,278 ²
		TDC	4,08 ± 0,19	100%	4,07	4,19	

Origination: The author (2020) - RE = right ear, LE = left ear, SD = standard deviation, CI = confidence interval, Min = Minimum, Max = maximum, CAS = childhood apraxia of speech, TDC = typical development children, ¹Student T test, ²Wilcoxon test

FFR latencies comparison between right and left ears within groups is presented on Table 3. No difference was found for all waves. Due to the equivalence of FFR responses between ears in both groups, the 'N' value of each group was changed to 30, considering the total of 30 ears.

Table 3 - FFR latencies comparison between right and left ears within groups

Wave	Group	Ear	Mean (SD)	% (N=15)	CI Min	CI Max	P value
V	CAS	RE	7,51 ± 0,25	100%	6,70	6,98	0,449 ¹
		LE	7,22 ± 0,43	100%	6,27	6,75	
	TDC	RE	6,32± 0,07	100%	6,30	6,34	0,243 ¹
		LE	6,42 ± 0,09	100%	6,22	6,62	
A	CAS	RE	9,96 ± 0,50	100%	8,47	9,03	0,580 ¹
		LE	9,69 ± 0,32	100%	8,30	8,73	
	TDC	RE	8,50± 0,13	100%	8,21	8,79	0,953 ²
		LE	8,50± 0,16	100%	8,15	8,85	
C	CAS	RE	22,11 ± 2,03	100%	20,11	23,38	0,224 ²
		LE	22,69 ± 1,60	100%	21,80	23,58	
	TDC	RE	19,09± 0,33	100%	18,37	19,82	0,506 ²
		LE	19,66± 0,37	100%	18,85	20,47	
D	CAS	RE	31,58 ± 1,10	100%	30,94	32,32	0,501 ²
		LE	31,36 ± 1,45	100%	30,55	32,17	
	TDC	RE	30,17± 0,30	100%	30,17	31,50	0,860 ²
		LE	30,55± 0,64	100%	29,17	31,92	
E	CAS	RE	40,50 ± 0,51	100%	40,22	40,79	0,309 ²
		LE	40,33 ± 0,69	100%	39,94	40,71	
	TDC	RE	40,17 ± 0,22	100%	39,69	40,65	0,284 ²
		LE	39,41± 0,74	100%	37,81	41,02	
F	CAS	RE	47,93 ± 1,30	100%	47,21	48,66	0,855 ²
		LE	47,97 ± 1,58	100%	47,09	48,85	
	TDC	RE	47,56± 0,31	100%	46,88	48,24	0,432 ²
		LE	46,80± 0,67	100%	45,35	48,25	
O	CAS	RE	53,44± 1,95	100%	53,57	55,74	0,955 ¹
		LE	53,88 ± 2,38	100%	53,38	56,01	
	TDC	RE	55,73± 0,69	100%	54,24	57,22	0,444 ¹
		LE	55,31 ± 0,86	100%	53,97	57,16	

Origination: The author (2020) - RE = right ear, LE = left ear, SD = standard deviation, CI = confidence interval, Min = Minimum, Max = maximum, CAS = childhood apraxia of speech, TDC = typical development children, ¹Student T test, ²Wilcoxon test

Absolute FFR latencies comparison between groups (Table 4) shows a significant difference ($p = 0.000$) for waves V, A and C.

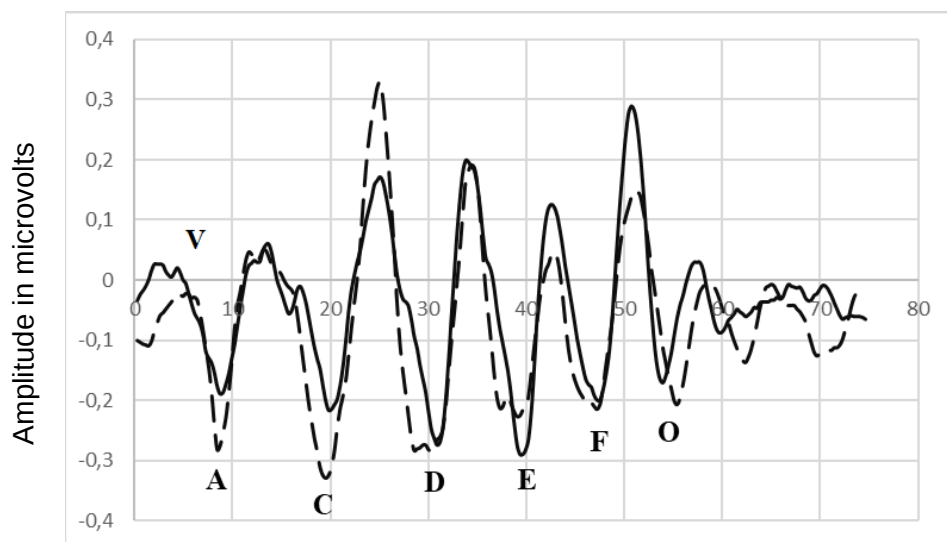
Table 4 - FFR latencies comparison of CAS and typical development children

Wave	Group	Mean (SD)	% (N=30)	CI Min	CI Max	P value
V	CAS	7,22 ± 0,43	100%	6,27	6,75	0,000 ^{1*}
	TDC	6,11 ± 0,30	100%	5,43	5,88	
A	CAS	9,26 ± 0,32	100%	8,30	8,73	0,000 ^{1*}
	TDC	8,45 ± 0,52	100%	7,32	7,77	
C	CAS	22,96 ± 1,60	100%	19,20	21,74	0,000 ^{1*}
	TDC	19,17 ± 1,31	100%	18,61	21,28	
D	CAS	31,28 ± 1,45	100%	29,75	31,37	0,071 ¹
	TDC	31,57 ± 1,19	100%	29,37	30,70	
E	CAS	40,79 ± 0,69	100%	39,14	39,91	0,316 ¹
	TDC	40,18 ± 0,86	100%	38,92	39,85	
F	CAS	47,47 ± 1,58	100%	46,29	48,05	0,053 ¹
	TDC	46,45 ± 1,23	100%	46,12	47,49	
O	CAS	51,69 ± 2,38	100%	53,38	55,01	0,095 ²
	TDC	52,30 ± 2,68	100%	53,67	55,46	

Origination: The author (2020) - SD = standard deviation, CI = confidence interval, Min = Minimum, Max = maximum, CAS = childhood apraxia of speech, TDC = typical development children, ¹ Wilcoxon test, ² Student T test

Latencies difference can be also demonstrated in Figure 1, that shows traces for FFR exams of both groups.

Figure 1 - Final FFR mean in CAS children and typical development children



Latency in milliseconds

Origination: The author (2020) - - - typical development children, — CAS children

Table 5 shows the slope and area values of the VA complex. No difference was observed between groups.

Table 5 - V/A complex slope and area comparison between groups

	Group	Mean (SD)	% (N=30)	CI Min	CI Max	P value
Slope	CAS	0,14 ± 0,07	100%	0,11	0,17	0,766 ¹
	TDC	0,13 ± 0,06	100%	0,10	0,15	
Area	CAS	0,57 ± 0,38	100%	0,43	0,71	0,861 ¹
	TDC	0,57 ± 0,30	100%	0,45	0,68	

Origination: The author (2020) - SD = standard deviation, CI = confidence interval, Min = Minimum, Max = maximum, CAS = childhood apraxia of speech, TDC = typical development children, ¹ Wilcoxon test

In order to further investigate the difference between groups at the transient portion of the FFR responses, interpeak intervals V-C, C-D and D-O were compared (Table 6).

Table 6 - FFR interpeak intervals comparison between groups

Segment	Group	Mean (SD)	%	CI Min	CI Max	P value
V-C	CAS	14,92 ± 2,04	100%	14,15	15,68	0,000 ^{1*}
	TDC	13,00 ± 1,39	100%	12,48	13,52	
C-D	CAS	9,07 ± 1,51	100%	8,50	9,63	0,000 ^{1*}
	TDC	11,31 ± 2,16	100%	10,51	12,12	
D-O	CAS	24,00 ± 2,49	100%	23,07	24,93	0,165 ²
	TDC	24,82 ± 2,83	100%	23,76	25,88	

Origination: The author (2020) - SD = standard deviation, CI = confidence interval, Min = Minimum, Max = maximum, CAS = childhood apraxia of speech, TDC = typical development children, ¹ Wilcoxon test, ² Student T test

There is a difference for the V-C interpeak interval ($p = 0.000$), with higher values for CAS children. This result suggests that processing transient portion is slower in CAS children. However, C-D interpeak interval values were higher for typical development children ($p = 0.000$), indicating that CAS children may recover the time delay in processing sounds. There was no difference on the sustained portion, interpeak interval D-O ($p = 0.165$). Differences occurred only on the transient and transition region.

DISCUSSION

Click ABR latencies values of the studied population did not differ from other studies in children with typical development and those with learning and/or speech and language disorders (Ververi et al, 2015).

Although children with CAS have a significantly higher interpeak interval III-V on the right side, these values are within what is expected (Rosa et al, 2014).

When comparing FFR latencies of right and left ears within groups, no difference was found. This finding differs from what has been found in studies of hemispheric dominance in the cortex (Bidelman and Bhagat, 2015; Wettstein and Probst, 2018). However, it is in agreement with other studies about subcortical laterality (Hornickel et al, 2009; Ahadi et al, 2014).

In this study, latencies of waves V, A and C were different between groups. Waves V and A are responses related to rapid temporal changes at the beginning of the stimulus, corresponding to the transient portion of FFR exam. These findings reflect spectral and temporal characteristics of the beginning of speech sounds, more specifically, the transient consonant (Banai et al, 2007), in this case, the /d/consonant.

The increase on wave C latency, which represents the transition region between the transient and sustained portion of the response (Skoe and Kraus, 2010), may be directly associated to a perception disturbance of short duration sounds.

Neural speech coding problems, especially regarding consonants, may provoke difficulties in understanding speech signals and consequently cause a negative impact on language processing ability. For speech sounds to be well perceived, neural mechanisms involved in their coding must be intact (Wible et al, 2005).

For consonant perception, neural coding and processing of short acoustic signals are important (Zhao and Kuhl, 2018). Mental phonological representation, which is necessary for the child to correctly produce phonemes, is influenced by processing and perceiving short sounds. In this study, results suggest that the CAS group may have a delay in coding rapid components of speech, and this may be related to specific structures as the region of lateral lemniscus and lower colliculus (Wible et al, 2005).

Responses generated in higher cortical areas possibly reflect activities of several regions (Wible et al, 2005). Li X et al (2020), showed that activity of detecting lexical deviations was simultaneously recorded at brainstem and cortex. That is, phonological differences might be already detected in the brainstem.

Changes in auditory neural coding seem to be related to certain language skills (Wible et al, 2005). Changes in temporal and spectral coding, considered to be fundamental to accurate sound perception, have been frequently identified in children with language disorders (Wible et al, 2005; Ferreira et al, 2019). Such findings help

to understand neurophysiological mechanisms for encoding auditory information and identify possible biomarkers and their relationship with language and cognition (Johnson et al, 2005).

Increased latency values on FFR waves have also been described in children with speech and learning disorders (Ferreira et al, 2019). King et al (2002) found significantly higher wave A latency values in children with learning disabilities, when compared to children with typical development, suggesting differences in neural synchrony at the brainstem, among these children.

Data of the present study also indicated changes at the transient components of the response (waves V and A), as well as the transition portion (wave C), and no changes at the sustained portion. These results reinforce the hypothesis that these classes of responses must be considered as distinct (Wible et al, 2005).

CAS children have demonstrated poorer discrimination and sound perception in comparison with typical development children, suggesting worse phonetic processing (Groenen et al, 1996; Maassen et al, 2003). In addition, sound discrimination scores were lower for children with articulation disorders, showing difficulty in auditory processing.

Difference in amplitude between CAS children and typical development children, for mismatch negativity assessment, also indicates that phonemes processing is atypical in the first group (Froud and Khamis-Dakwar, 2012).

Increasing on the V-C interpeak interval in CAS children, as well as shorten C-D interpeak interval when compared to typical development children, may suggest that, at some point, CAS children process faster the acoustic information. This could be related to the difficulty of acquiring speech sounds as expected for the developmental stage (Gonçalves et al, 2011), supposing that, in addition to motor components, auditory perception also interferes in CAS.

Further studies with larger number of participants may provide deeper investigation of FFR on CAS children. Furthermore, masking can be used to verify subcortical auditory decoding for speech in noise. Frequency domain FFR analysis can also be carried out.

CONCLUSION

Increased latency of FFR waves V, A and C and normal click ABR responses in CAS children suggest that neural coding of speech sounds may be compromised

in these children. Thus, CAS may not be considered purely as a motor speech disorder.

REFERENCES

- Ahadi M, Pourbakht A, Jafari AH, Jalaie S. (2014) Effects of stimulus presentation mode and subcortical laterality in speech-evoked auditory brainstem responses. *Int J Audiol* 53:243–9.
- American Speech-Language-Hearing Association. Childhood Apraxia of Speech. 2007. <<http://www.asha.org/policy/PS2007-00277.htm>>.
- Banai K, Abrams D, Kraus N. (2007) Sensory-based learning disability : Insights from brainstem processing of speech sounds. *Int J Audiol* 46:524–32.
- Bidelman GM, Bhagat SP. (2015) Right-ear advantage drives the link between olivocochlear efferent ‘antimasking’ and speech-in-noise listening benefits. *Neuroreport* 8:483–487.
- Capovilla FC, Negrão VB, Damázio M. (2011) Teste de Vocabulário Auditivo e Teste de Vocabulário Receptivo: validados e normatizados para o desenvolvimento da compreensão da fala dos 18 meses aos 6 anos de idade. São Paulo: Memnon.
- Ferreira L, Gubiani MB, Keske-Soares M, Skarzynski PH, Sanfins MD, Biaggio EPV. (2019) Analysis of the components of Frequency-Following Response in Phonological Disorders. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 122:47-51.
- Froud K, Khamis-Dakwar R. (2012) Mismatch Negativity Responses in Children With a Diagnosis of Childhood Apraxia of Speech (CAS). *Am J Speech Lang Pathol* 21:302–313.
- Gonçalves IC, Wertzner HF, Samelli AG, Matas CG. (2011) Speech and non-speech processing in children with phonological disorders: an electrophysiological study. *Clinics* 66: 293-298.
- Groenen P, Maassen B, Crul T, Thoonen G. (1996) Perception and Production Errors for Place of Articulation in Developmental Apraxia of Speech. *J Speech Hear Res* 39:468–482.
- Gubiani MB. (2016) Adaptação e validação de instrumento de avaliação dinâmica das habilidades motoras da fala. Santa Maria.
- Hornickel J, Skoe E, Kraus N. (2009) Subcortical laterality of speech encoding. *AudiolNeurotol* 3:198–207.
- Jafari Z, Malayeri S. (2016) Subcortical encoding of speech cues in children with congenital blindness. *Restor Neurol Neurosci* 34:757-768.

Johnson KL, Nicol TG, Kraus N. (2005) Brain Stem Response to Speech : A Biological Marker of Auditory Processing. *Ear Hear* 26:424–434.

King C, Warrier CM, Hayes E, Kraus N. (2002) Deficits in auditory brainstem pathway encoding of speech sounds in children with learning problems. *Neurosci Lett* 319:111–115.

Li X, Zhang X, Gong Q. (2020) Evidence of both brainstem and auditory cortex involvement in categorical perception for Chinese lexical tones. *Neuroreport* 4:359-364.

Maassen B, Groenen P, Crul T. (2003) Auditory and phonetic perception of vowels in children with apraxic speech disorders. *Clin Linguist Phon* 6:447–467.

Murray E, MC Cabe P, Heard R, Ballard KJ. (2015) Differential Diagnosis of Children with Suspected Childhood Apraxia of Speech. *J Speech Lang Hear Res* 58: 43–60.

Rocha-Muniz CN, Filippini R, Neves-Lobo IF, Rabelo CM, Morais AA, Murphy CFB, Schochat E. (2016) Can speech-evoked Auditory Brainstem Response become a useful tool in clinical practice? *Codas* 1:77–80.

Rosa LAC, Suzuki MR, Angrisani RG, Azevedo MF. (2014) Auditory Brainstem Response: reference-values for age. *Codas* 26:117-2.

Shriberg LD, Strand EA, Fourakis M, Jakielski KJ, Hall SD, Karlsson HB, Wilson DL. (2017a) A Diagnostic Marker to Discriminate Childhood Apraxia of Speech From Speech Delay: Introduction. *J Speech Lang Hear Res* 60: S1094-S1095.

Shriberg LD, Strand EA, Fourakis M, Jakielski KJ, Hall SD, Karlsson HB, Wilson DL. (2017b) A Diagnostic Marker to Discriminate Childhood Apraxia of Speech From Speech Delay: IV. The Pause Marker Index. *J Speech Lang Hear Res* 60:S1153-S1169.

Skoe E, Kraus N. (2010) Auditory brainstem reponse to complex sounds : a tutorial. *Ear Hear* 31:302–324.

Ververi A, Vargiami E, Papadopoulou V, Tryfonas D, Zafeiriou D. (2015) Brainstem Auditory Evoked Potentials in Boys with Autism: Still Searching for the Hidden Truth. *Iran J Child Neurol* 9:21–28.

Wettstein VG, Probst R. (2018) Right Ear Advantage of Speech Audiometry in Single-sided Deafness. *Otol Neurotol* 39:417–421.

Wible B, Nicol T, Kraus N. (2005) Correlation between brainstem and cortical auditory processes in normal and language-impaired children. *Brain* 128:417–423.

Zhao TC, Kuhl PK. (2018) Linguistic effect on speech perception observed at the brainstem. *Proc Natl Acad Sci* 15:8716-8721.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados do presente estudo, a codificação neural dos sons da fala está prejudicada para crianças com AFI. Esta conclusão é apoiada pelo aumento da latência nas respostas do exame do FFR nestas crianças, especificamente nos componentes V, A e C e ausência de diferenças significativas no exame do PEATE com estímulo clique. Assim, a AFI não pode ser considerada puramente um transtorno motor da fala.

O FFR pode ser utilizado como rotina na prática clínica, considerando a precisão dos resultados, amplificando as discussões sobre diagnósticos diferenciais na área fonoaudiológica.

Contudo, é importante que mais estudos sejam realizados na área e com uma população maior para investigar mais achados com este tema, a fim de ampliar os conhecimentos sobre a AFI e contribuir para a prática clínica.

REFERÊNCIAS

- ABRAMS, D. A. *et al.* Right-Hemisphere Auditory Cortex Is Dominant for Coding Syllable Patterns in Speech. *Journal of Neuroscience*, v. 28, n. 15, p. 3958–3965, 2008. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.0187-08.2008. Disponível em: <http://www.jneurosci.org/cgi/doi/10.1523/JNEUROSCI.0187-08.2008>.
- AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION. *Childhood Apraxia of Speech*. 2007. <<http://www.asha.org/policy/PS2007-00277.htm>>. DOI: 10.1044/policy.TR2007-00278. Disponível em: <http://www.asha.org/policy/TR2007-00278/>.
- ANDERSON, S. *et al.* Neural timing is linked to speech perception in noise. *Journal of Neuroscience*, v. 30, n. 14, p. 4922–4926, 2010. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.0107-10.2010.
- BANAI, K.; ABRAMS, D.; KRAUS, N. Sensory-based learning disability : Insights from brainstem processing of speech sounds. *International Journal of Audiology*, v. 46, p. 524–32, 2007. DOI: 10.1080/14992020701383035.
- BASU, M.; KRISHNAN, A.; WEBER-FOX, C. Brainstem correlates of temporal auditory processing in children with specific language impairment. *Developmental Science*, v. 1, p. 77–91, 2010. DOI: 10.1111/j.1467-7687.2009.00849.x.
- BIDELMAN, G. M.; POWERS, L. Response properties of the human frequency-following response (FFR) to speech and non-speech sounds: level dependence, adaptation and phase-locking limits. *International Journal of Audiology*, v. 0, n. 0, p. 1–8, 2018. DOI: 10.1080/14992027.2018.1470338. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14992027.2018.1470338>.
- CAPOVILLA, F. C.; NEGRÃO, V. B.; DAMÁZIO, M. *Teste de Vocabulário Auditivo e Teste de Vocabulário Receptivo: validados e normatizados para o desenvolvimento da compreensão da fala dos 18 meses aos 6 anos de idade*. São Paulo:Memnon, 2011.
- COFFEY, E. B. J. *et al.* Cortical contributions to the auditory frequency-following response revealed by MEG Emily. *Nature Communications*, v. 7, p. 1–11, 2016. DOI: 10.1038/ncomms11070. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/ncomms11070>.
- DAVIS, B. L.; JAKIELSKI, K. J.; MARQUARDT, T. P. Developmental apraxia of speech : determiners of differential diagnosis. *Clinical Linguistics & Phonetics*, v. 12, n. 1, p. 25–45, 1998.
- FARMER, M. E.; KLEIN, R. M. The evidence for a temporal processing deficit linked to dyslexia : A review. *Psychonomic Bulletin & Review*, v. 2, n. 4, p. 460–493, 1995.
- FORREST, K. Diagnostic Criteria of Developmental Apraxia of Speech Used by Clinical Speech-Language Pathologists. *American Journal of Speech-Language Path*, v. 12, n. August, p. 376–381, 2003.
- FROUD, K.; KHAMIS-DAKWAR, R. Mismatch Negativity Responses in Children With a Diagnosis of Childhood Apraxia of Speech (CAS). *American Journal of Speech-Language Pathology*, v. 21, November, p. 302–313, 2012. DOI: 10.1044/1058-

0360(2012/11-0003).

GLOGOWSKA M.; CAMPBELL R. Investigating parental views of involvement in pre-school speech and language therapy. *International Journal of Language & Communication Disorders*, v. 35, n.3, p. 391-405, 2000.

GONÇALVES, I. C. *Potencial evocado auditivo de tronco encefálico com estímulo de fala em crianças com distúrbio fonológico*. 2009. 125 f. 2009.

GROENEN, P. *et al.* Perception and Production Errors for Place of Articulation in Developmental Apraxia of Speech. *Journal of Speech and Hearing Research*, v. 39, p. 468–482, 1996. DOI: 10.1044/jshr.3903.468.

GUBIANI, M. B. *Adaptação e Validação de Instrumento de Avaliação Dinâmica das Habilidades Motoras da Fala*. 138 f. Universidade Federal de Santa Maria, 2016.

GUBIANI, M. B.; PAGLIARIN, K. C.; KESKE-SOARES, M. Instrumentos para avaliação de apraxia de fala infantil. *CoDAS*, v. 27, n. 6, p. 610–615, 2015. DOI: 10.1590/2317-1782/20152014152. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S231717822015000600610&lng=pt&tlng=pt.

GUENTHER, F. H. A neural network model of speech acquisition and motor equivalent speech production. *Biological Cybernetics*, v. 72, p. 43–53, 1994.

HOIT-DALGAARD, J.; MURRY, T.; KOPP, H. G. Voice Onset Time Production and Perception in Apraxic Subjects. *Brain and Language*, v. 339, p. 329–339, 1983.

HORNICKEL, J.; KNOWLES, E.; KRAUS, N. Test-retest consistency of speech-evoked auditory brainstem responses in typically-developing children. *Hearing Research*, v. 284, n. 1–2, p. 52–58, 2012. DOI: 10.1016/j.heares.2011.12.005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.heares.2011.12.005>.

HORNICKEL, J.; SKOE, E.; KRAUS, N. Subcortical laterality of speech encoding. *Audiology and Neurotology*, v. 14, n. 3, p. 198–207, 2009. DOI: 10.1159/000188533.

IUZZINI-SEIGEL, J. *et al.* Reliance on auditory feedback in children with childhood apraxia of speech. *Journal of Communication Disorders*, v. 54, p. 32–42, 2015. DOI: 10.1016/j.jcomdis.2015.01.002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcomdis.2015.01.002>.

IUZZINI, J.; FORREST, K. Evaluation of a combined treatment approach for childhood apraxia of speech. *Clinical Linguistics & Phonetics*, v. 24, n. May, p. 335–345, 2010. DOI: 10.3109/02699200903581083.

JALAEI, B. *et al.* Gender Disparities in Speech-evoked Auditory Brainstem Response in Healthy Adults. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, v. 126, n. 4, p. 290–295, 2017. DOI: 10.1177/0003489417690169. Disponível em: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0003489417690169>.

JOHSON, T. G.; NICOL, T. G.; KRAUS, N. Brain Stem Response to Speech: A Biological Marker of Auditory Processing Krista L. *Ear & Hearing*, n. 5, v. 26, p. 424–34, 2005.

- KING, C. *et al.* Deficits in auditory brainstem pathway encoding of speech sounds in children with learning problems. *Neuroscience Letters*, v. 319, n. 2, p. 111–115, 2002. DOI: 10.1016/S0304-3940(01)02556-3.
- LEITE, R. A.; WERTZNER, H. F.; MATAS, C. G. Potenciais evocados auditivos de longa latência em crianças com transtorno fonológico. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, v. 22, n. 4, p. 561–566, 2010.
- MAASSEN, B. Issues contrasting adult acquired versus developmental apraxia of speech. *Seminars in Speech and Language*, v. 23, n. 4, p. 257–266, 2002. DOI: 10.1055/s-2002-35804.
- MAASSEN, B.; GROENEN, P.; CRUL, T. Auditory and phonetic perception of vowels in children with apraxic speech disorders. *Clinical Linguistics and Phonetics*, v. 17, n. 6, p. 447–467, 2003. DOI: 10.1080/0269920031000070821.
- MARION, J.; SUSSMAN, H. M.; MARQUARDT, T. P. The Perception and Production of Rhyme in Normal and Developmentally Apraxic Children. *J. Commun. Disord.*, v. 26, p. 129–160, 1993.
- MATAS, C. G.; GONÇALVES, I. C.; MAGLIARO, F. C. L. Avaliação audiológica e eletrofisiológica em crianças com transtornos psiquiátricos. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, v. 75, n. 1, p. 130–138, 2009. DOI: 10.1590/s0034-72992009000100021.
- MILLER, S.; FITCH, R. H.; TALLAL, P. Neurobiological basis of speech: A case for the preeminence of temporal processing. *The Irish Journal of Psychology*, v. 16, n. 3, p. 194–219, 1995. DOI: 10.1080/03033910.1995.10558057.
- MÖLLER, A. R. *et al.* Intracranially Recorded Responses from the Human Auditory Nerve: New insights into the origin of brain stem evoked potentials (BSEPs). *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, v. 52, p. 18–27, 1981.
- MURRAY, E. *et al.* Differential Diagnosis of Children with Suspected Childhood Apraxia of Speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, v. 58, n. February, p. 43–60, 2015. DOI: 10.1044/2014.
- MUSIEK, F. E. Frequency (pitch) and duration pattern tests. *Journal of the American Academy of Audiology*, v. 5, n. 4, p. 265–268, 1994.
- ROCHA-MUNIZ, C. N. *et al.* O Potencial Evocado Auditivo com estímulo de fala pode ser uma ferramenta útil na prática clínica? *CoDAS*, v. 28, n. 1, p. 77–80, 2016. DOI: 10.1590/2317-1782/20162014231. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S231717822016000100077&lng=pt&tlng=pt.
- ROCHA-MUNIZ, C. N.; BEFI-LOPES, D. M.; SCHOCHAT, E. Investigation of auditory processing disorder and language impairment using the speech-evoked auditory brainstem response. v. 294, p. 143–152, 2012. DOI: 10.1016/j.heares.2012.08.008.
- RUSSO, N. *et al.* Brainstem responses to syllables. *Clin Neurophysiol*, v. 115, p. 2021–30, 2004.

- SANFINS, M. D. *et al.* Speech auditory brainstem response (speech ABR) in the differential diagnosis of scholastic difficulties. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, v. 83, n. 1, p. 112–116, jan. 2017. DOI: 10.1016/j.bjorl.2015.05.014. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1808869415001871>. Acesso em: 30 ago. 2018.
- SANTOS, J. N.; MARIS, S.; LEMOS, A. Habilidades auditivas e desenvolvimento de linguagem em crianças. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, v. 20, n. 4, p. 255–260, 2008.
- SELINGER, L. *et al.* Involvement of the serotonin transporter gene in accurate subcortical speech encoding. *Journal of Neuroscience*, v. 36, n. 42, p. 10782–10790, 2016.
- SHRIBERG, L. D.; ARAM, D. M.; KWIATKOWSKI, J. Developmental apraxia of speech: I. Descriptive and theoretical perspectives. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, v. 40, n. April, p. 273–285, 1997.
- SHRIBERG, L. D., *et al.* A Diagnostic Marker to Discriminate Childhood Apraxia of Speech From Speech Delay: II. Validity Studies of the Pause Marker. *Journal of Speech Lang Hear Res*. v. 60, n. 4, p. S1118-S1134, 2017.
- SHRIBERG, L. D.; MCSWEENEY, J. L. *Classification and Misclassification of Childhood Apraxia of Speech*. 36 f. University of Wisconsin-Madison, 2002.
- SKOE, E.; KRAUS, N. Auditory brainstem response to complex sounds : a tutorial. *Ear Hear*, v. 31, n. 3, p. 302–324, 2010. DOI: 10.1097/AUD.0b013e3181cdb272. Auditory.
- SOUZA, T. N. U.; PAYÃO, L. M. C. Apraxia da fala adquirida e desenvolvimental : semelhanças e diferenças. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*, v. 13, n. 6, p. 193–202, 2008.
- TERBAND, H.; MAASSEN, B. Speech motor development in childhood apraxia of speech: Generating testable hypotheses by neurocomputational modeling. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, v. 62, n. 3, p. 134–142, 2010. DOI: 10.1159/000287212.
- WIBLE, B.; NICOL, T.; KRAUS, N. Correlation between brainstem and cortical auditory processes in normal and language-impaired children. *Brain*, v. 128, n. 2, p. 417–423, 2005. DOI: 10.1093/brain/awh367.
- WILSON, W. J.; ARNOTT, W.; HENNING, C. A systematic review of electrophysiological outcomes following auditory training in school-age children with auditory processing deficits. *International Journal of Audiology*, v. 52, p. 721–730, 2013. DOI: 10.3109/14992027.2013.809484.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



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

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS)

Solicitamos a sua autorização para convidar o(a) seu/sua filho(a) _____ {ou menor que está sob sua responsabilidade} para participar, como voluntário(a), da pesquisa “Achados Eletrofisiológicos do *Frequency Following Response* em Crianças com Apraxia de Fala Infantil”.

Esta pesquisa é da responsabilidade da pesquisadora MARIA CECILIA DOS SANTOS MARQUES, Rua Industrial, n. 26, Tabuleiro Novo, CEP 57080-000, Maceió- AL. Telefone (82) 99189-5740 (podendo fazer ligações a cobrar). E-mail ceciliamarquesfono@gmail.com. Também participam desta pesquisa a pesquisadora: SILVANA MARIA SOBRAL GRIZ, e está sob a orientação de: DENISE COSTA MENEZES.

O/a Senhor/a será esclarecido(a) sobre qualquer dúvida a respeito da participação dele/a na pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o/a Senhor/a concordar que o(a) menor faça parte do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias.

Uma via deste termo de consentimento lhe será entregue e a outra ficará com a pesquisadora responsável. O/a Senhor/a estará livre para decidir que ele/a participe ou não desta pesquisa. Caso não aceite que ele/a participe, não haverá nenhum problema, pois, desistir que seu filho/a participe é um direito seu. Caso não concorde, não haverá penalização para ele/a, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Descrição da pesquisa: a pesquisa tem como objetivo caracterizar os achados dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico em diversas condições de escuta em indivíduos com apraxia de fala infantil. As crianças com suspeita de apraxia e as sem alteração de linguagem irão passar por avaliação com o Instrumento de Avaliação Dinâmica das Habilidades Motoras da Fala - DEMSS (GUBIANI, 2016), que avalia, por meio de imitação, os distúrbios dos sons da fala, entre eles a apraxia de fala infantil, utilizando nove subtarefas com diferentes níveis de complexidade. Também serão realizados exames audiológicos a saber: meatoscopia, para verificar a integridade do conduto e da membrana timpânica; imitanciometria para selecionar os participantes com bom funcionamento de orelha média e audiometria tonal para identificar os limiares auditivos tonais dentro dos padrões de normalidade. Posteriormente, serão realizados os Potenciais Evocados Auditivos e para a avaliação do PEATE com estímulo clique o participante se posicionará confortavelmente dentro de uma cabine acústica. Para registro dos potenciais, serão utilizados eletrodos de superfície colocados sobre a pele, após limpeza prévia da mesma com álcool e pasta abrasiva, sendo os eletrodos colocados em posições pré-determinadas: um eletrodo na testa próximo ao couro cabeludo e outro colocado entre as sobrancelhas e os eletrodos de referência dispostos atrás das orelhas esquerda e direita. Para a avaliação do PEATE com estímulo fala, será utilizada a mesma posição de colocação dos eletrodos.

O pesquisador se posicionará do lado de fora da cabina acústica, em frente ao equipamento e ao computador que controlam o material utilizado nos testes, registrando os

achados eletrofisiológicos. Durante os testes, Intervalos para descanso serão realizados sempre que necessário.

A pesquisa será realizada, preferencialmente, em um único encontro.

- Existe o risco do participante sentir desconforto durante a limpeza da pele para a colocação dos eletrodos. Por este motivo, essa limpeza será realizada com movimentos suaves e, após o exame, a remoção dos eletrodos será realizada cuidadosamente com algodão embebido em álcool. Além disso, existe a possibilidade de algum constrangimento ou desconforto por parte do participante. Por este motivo, o exame será realizado individualmente, na presença do responsável, em ambiente reservado e por profissionais qualificados.
- Quanto aos benefícios, os participantes terão o benefício de realizar uma investigação mais detalhada sobre o seu sistema auditivo e de linguagem e de contribuir para o conhecimento científico. Caso alguma alteração audiológica e/ou de linguagem seja encontrada, o participante será encaminhado para profissionais especializados, no CER III da UNCISAL, a fim de que sua condição seja cuidada com a maior brevidade possível.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). Os dados coletados nesta pesquisa (entrevistas e exames), ficarão armazenados em (pastas de arquivo e computador pessoal), sob a responsabilidade da pesquisadora principal, no endereço Rua Dr. Jorge de Lima, 113, Trapiche da Barra, Maceió – AL, CEP.: 57010-382, pelo período mínimo de 5 anos.

O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação dele/a na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UNCISAL no endereço: (Rua Dr. Jorge de Lima, 113, Trapiche da Barra, Maceió – AL, CEP.: 57010-382, pelo período mínimo de 5 anos).

Assinatura do pesquisador (a)

CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A VOLUNTÁRIO

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, responsável por _____, autorizo a sua participação no estudo “Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico com Estímulo de Fala na Apraxia de Fala Infantil”, como voluntário(a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de seu acompanhamento/ assistência/tratamento) para mim ou para o (a) menor em questão.

Local e data _____

Assinatura do (da) responsável: _____

Impressão Digital (opcional)

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do voluntário em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO
QUESTIONÁRIO

Número: _____

Data de Nascimento: _____ Data da entrevista: _____

Sexo: () F () M

Endereço: _____

Cidade: _____ Estado: _____

Telefone para contato: _____

Idade: _____ série: _____

Perda auditiva: () Sim () Não

Infecções otológicas: () Sim () Não

Qual? _____ Quando? _____

Presença de má-formação de cabeça/pescoço ou síndrome: () Sim () Não

Doença Neurológica: () Sim () Não

Qual? _____ Quando? _____

Intercorrências clínicas: () Sim () Não

Qual? _____ Quando? _____

Terapia fonoaudiológica () Sim () Não

Quantas sessões? _____

ANEXO A – NORMAS DA REVISTA CODAS PARA PUBLICAÇÃO

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Escopo e política

CoDAS (on-line ISSN 2317-1782) é uma revista científica e técnica de acesso aberto publicada bimestralmente pela Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia (SBFa). É uma continuação da anterior "Revista de Atualização Científica Pró-Fono" - ISSN 0104-5687, até 2010 e "Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia (JSBFa)" - ISSN 2179-6491, até 2012.

A missão da revista CoDAS é contribuir para a divulgação do conhecimento técnico e científico em Ciências e Distúrbios da Comunicação e áreas associadas - especificamente nas áreas de Linguagem, Audiologia, Voz, Motricidade Orofacial, Disfagia e Saúde Pública - produzido no Brasil e no exterior. O nome da revista CoDAS foi criado com base nas áreas principais dos 'Distúrbios de Comunicação, Audiologia e Deglutição' e foi concebido para ser curto e fácil de lembrar. O título abreviado do periódico é CoDAS, que deve ser usado em bibliografias, notas de rodapé, referências e legendas bibliográficas. A revista é uma publicação da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia.

CoDAS aceita submissões originais em Português, Espanhol e Inglês. Uma vez aprovados, artigos em Português ou em Espanhol serão traduzidos e publicados na língua original e em inglês. Traduções estão previstas para serem financiadas pelos autores e devem ser feitas por empresas indicadas pela revista CoDAS ou por empresas com comprovada experiência em traduções científicas de artigos na mesma área da revista. Nativos ou falantes nativos em Inglês podem submeter seus artigos diretamente em Inglês; neste caso os artigos não serão traduzidos para o Português, mas o texto escrito em inglês será avaliado e, se necessário, uma revisão de inglês será requerida de modo a ser financiada pelos autores. As políticas do periódico podem ser lidas integralmente em "Instruções aos Autores".

Tipos de artigos

A revista publica os seguintes tipos de artigos: "Artigos originais", "Revisões sistemáticas com ou sem meta-análises", "Comunicações breves", "Relatos de casos", "Cartas ao editor".

Revisão sistemática com ou sem meta-análises:

Artigos destinados a responder uma pergunta de pesquisa e analisar criticamente todas as evidências científicas a respeito dessa questão de pesquisa. Resultam de uma pesquisa metodológica com o objetivo de identificar, coletar e analisar, com estratégia adequada de busca para esse tipo de estudo, as pesquisas que testaram uma mesma hipótese, e reúnem os mesmos dados, dispõem estes dados em gráficos, quadros e/ou tabelas e interpretam as evidências. As revisões sistemáticas de literatura devem descrever detalhadamente o método de levantamento dos dados, justificar a escolha das bases de dados consultadas e indicar a relevância do tema e a contribuição para a Ciência. Os resultados

numéricos dos estudos incluídos na revisão podem, em muitas circunstâncias, ser analisados estatisticamente por meio de meta-análise. Os artigos com meta-análise devem respeitar rigorosamente as normas indicadas para essa técnica. Revisões sistemáticas e meta-análises devem seguir a estrutura: resumo e descritores, *abstract keywords*, introdução, objetivos, estratégia de pesquisa, critérios de seleção, análise dos dados, resultados, conclusão e referências. Todos os trabalhos selecionados para a revisão sistemática devem ser listados nas referências. O arquivo não deve conter mais do que 30 páginas. Para mais informações acesse o Editorial Convidado: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-17822015000500409&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt

A **CoDAS** apoia as políticas para registro de ensaios clínicos da Organização Mundial de Saúde (OMS) e do *International Committee of Medical Journal Editors* (ICMJE), reconhecendo a importância dessas iniciativas para o registro e divulgação internacional de informação sobre estudos clínicos, em acesso aberto. Sendo assim, somente serão aceitos para publicação os artigos de pesquisas clínicas que tenham recebido um número de identificação em um dos Registros de Ensaios Clínicos validados pelos critérios estabelecidos pela OMS e ICMJE, cujos endereços estão disponíveis no site do ICMJE (www.icmje.org) ou em <http://www.who.int/ictrp/network/primary/en/index.html>. O número de identificação deverá ser apresentado ao final do resumo.

A revista **CoDAS** está alinhada com a política de boas práticas científicas, e portanto, atenta a casos de suspeita de má conduta científica, seja na elaboração de projetos, execução de pesquisas ou divulgação da ciência. O plágio e o autoplágio são formas de má conduta científica que envolvem a apropriação de ideias ou contribuição intelectual de outros, sem o devido reconhecimento em forma de citação. Sendo assim, adotamos o sistema **iThenticate** para identificação de similaridades de texto que possam ser consideradas plágio. Ressalta-se que o conteúdo dos manuscritos é de inteira responsabilidade dos autores.

Forma e preparação de manuscritos

As normas que se seguem devem ser obedecidas para todos os tipos de trabalhos e foram baseadas no formato proposto pelo *International Committee of Medical Journal Editors* (ICMJE) e publicado no artigo "*Uniform requirements for manuscripts submitted to Biomedical journals*", versão de abril de 2010, disponível em: <http://www.icmje.org/>.

Submissão do manuscrito

Serão aceitos para análise somente os artigos submetidos pelo Sistema de Editoração Online, disponível em <http://mc04.manuscriptcentral.com/codas-scielo>.

O processo de avaliação dos manuscritos submetidos à **CoDAS** é composto por 3 etapas:

1. **Avaliação técnica:**

Todos os artigos submetidos são checados quanto aos requisitos descritos nas normas de submissão. Aqueles que não estejam de acordo ou não apresentem todos os documentos solicitados são devolvidos aos autores com as indicações para adequação. Artigos de acordo com as normas e acompanhados de todos os documentos necessários passam para a próxima etapa.

2. **Avaliação de escopo e interesse:**

Os artigos que passam na avaliação técnica são encaminhados para os Editores chefes, juntamente com o relatório de similaridade (via *iThenticate*). Os editores verificam o relatório de similaridade e realizam a avaliação científica preliminar quanto a área, escopo, relevância e interesse para publicação. Artigos com muitos problemas, fora de escopo ou sem relevância ou interesse para a missão da revista podem ser **“Rejeitados imediatamente”**, como decisão editorial. Artigos com potencial de publicação seguem para avaliação por pares.

3. **Avaliação por pares:**

Os artigos são avaliados por no mínimo dois pareceristas da área de conhecimento da pesquisa, de instituições de ensino e/ou pesquisa nacionais e internacionais, de comprovada produção científica. Artigos podem receber parecer de **“Aprovado”**, **“Aprovado com pequenas modificações”**, **“Aprovado com grandes modificações”**, **“Rejeitado”** e **“Rejeitado com possibilidade de nova submissão”**. Os pareceres de recusa ou de aceite com modificações sempre são acompanhados da avaliação dos revisores, sendo o anonimato garantido em todo o processo de julgamento. Após as devidas correções e possíveis sugestões, o artigo será aceito se tiver dois pareceres favoráveis e rejeitado quando dois pareceres forem desfavoráveis. Na ocorrência de pareceres conflitantes, um dos Editores Associados da área pode ser consultado. Se houver dúvidas ou contestação de alguma decisão editorial os autores podem contatar os Editores Chefes que devem receber as justificativas e esclarecer as dúvidas do processo.

Os trabalhos em análise editorial não poderão ser submetidos a outras publicações, nacionais ou internacionais, até que sejam efetivamente publicados ou rejeitados pelo corpo editorial. Somente o editor-chefe poderá autorizar a reprodução dos artigos publicados na **CoDAS** em outro periódico.

Em casos de dúvidas, os autores deverão entrar em contato com a secretaria executiva pelo e-mail codas@editoracubo.com.br.

Preparo do manuscrito

O texto deve ser formatado em Microsoft Word, RTF ou WordPerfect, em papel tamanho ISO A4 (212x297mm), digitado em espaço duplo, fonte Arial tamanho 12, margem de 2,5cm de cada lado, justificado, com páginas numeradas em algarismos arábicos; cada seção deve ser iniciada em uma nova página, na seguinte sequência: título do artigo, em Português (ou Espanhol) e Inglês, resumo e descritores, *abstract* e *keywords*, texto (de acordo com os itens necessários para a seção para a qual o artigo foi enviado), referências, tabelas,

quadros, figuras (gráficos, fotografias e ilustrações) citados no texto e anexos, ou apêndices, com suas respectivas legendas.

Consulte a seção "Tipos de artigos" destas Instruções para preparar seu artigo de acordo com o tipo e as extensões indicadas.

Tabelas, quadros, figuras, gráficos, fotografias e ilustrações devem estar citados no texto e apresentados no manuscrito, após as referências e ser apresentados também em anexo no sistema de submissão, tal como indicado acima. À parte do manuscrito, em uma folha separada, apresente a página de identificação, tal como indicado anteriormente. O manuscrito não deve conter dados de autoria – estes dados devem ser apresentados somente na Página de Identificação.

Título, Resumo e descritores

O manuscrito deve ser iniciado pelo título do artigo, em Português (ou Espanhol) e Inglês, seguido do resumo, em Português (ou Espanhol) e Inglês, de não mais que 250 palavras. Deverá ser estruturado de acordo com o tipo de artigo, contendo resumidamente as principais partes do trabalho e ressaltando os dados mais significativos.

Assim, para Artigos originais, a estrutura deve ser, em Português: objetivo, método, resultados, conclusão; em Inglês: *purpose, methods, results, conclusion*. Para Revisões sistemáticas ou meta-análises a estrutura do resumo deve ser, em Português: objetivo, estratégia de pesquisa, critérios de seleção, análise dos dados, resultados, conclusão; em Inglês: *purpose, research strategies, selection criteria, data analysis, results, conclusion*. Para Relatos de casos o resumo não deve ser estruturado. Abaixo do resumo, especificar no mínimo cinco e no máximo dez descritores/keywords que definam o assunto do trabalho. Os descritores deverão ser baseados no DeCS (Descritores em Ciências da Saúde) publicado pela Bireme que é uma tradução do MeSH (*Medical Subject Headings*) da *National Library of Medicine* e disponível no endereço eletrônico: <http://decs.bvs.br>.

Texto

Deverá obedecer a estrutura exigida para cada tipo de trabalho. A citação dos autores no texto deverá ser numérica e sequencial, utilizando algarismos arábicos entre parênteses e sobrescritos, sem data e preferencialmente sem referência ao nome dos autores, como no exemplo:

“... Qualquer desordem da fala associada tanto a uma lesão do sistema nervoso quanto a uma disfunção dos processos sensório-motores subjacentes à fala, pode ser classificada como uma desordem motora(11-13) ...”

Palavras ou expressões em Inglês que não possuam tradução oficial para o Português devem ser escritas em itálico. Os numerais até dez devem ser escritos por extenso. No texto deve estar indicado o local de inserção das tabelas, quadros, figuras e anexos, da mesma forma que estes estiverem numerados, sequencialmente. Todas as tabelas e quadros devem ser em preto e branco; as figuras (gráficos, fotografias e ilustrações) podem ser coloridas. Tabelas, quadros e figuras devem ser dispostos ao final do artigo, após as referências e ser

apresentados também em anexo no sistema de submissão, tal como indicado acima.

Referências

Devem ser numeradas consecutivamente, na mesma ordem em que foram citadas no texto, e identificadas com números arábicos. A apresentação deverá estar baseada no formato denominado “Vancouver Style”, conforme exemplos abaixo, e os títulos de *Journal Indexed in Index Medicus*, da *National Library of Medicine* e disponibilizados no endereço: <ftp://ftp.nlm.nih.gov/online/journals/archive/ljiweb.pdf>

Para todas as referências, citar todos os autores até seis. Acima de seis, citar os seis primeiros, seguidos da expressão et al.

Recomendações gerais:

- Utilizar preferencialmente referências publicadas em revistas indexadas nos últimos cinco anos.
- Sempre que disponível devem ser utilizados os títulos dos artigos em sua versão em inglês.
- Sempre que possível incluir, o DOI dos documentos citados.
- Devem ser evitadas as referências de teses, dissertações ou trabalhos apresentados em congressos científicos.

ARTIGOS DE PERIÓDICOS

Shriberg LD, Flipsen PJ Jr, Thielke H, Kwiatkowski J, Kertoy MK, Katcher ML et al. Risk for speech disorder associated with early recurrent otitis media with effusions: two retrospective studies. *J Speech Lang Hear Res*. 2000;43(1):79-99.

Wertzner HF, Rosal CAR, Pagan LO. Ocorrência de otite média e infecções de vias aéreas superiores em crianças com distúrbio fonológico. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2002;7(1):32-9.

LIVROS

Northern J, Downs M. *Hearing in children*. 3rd ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1983.

CAPÍTULOS

DE

LIVROS

Rees N. An overview of pragmatics, or what is in the box? In: Irwin J. *Pragmatics: the role in language development*. La Verne: Fox; 1982. p. 1-13.

CAPÍTULOS

DE

LIVROS

(mesma autoria)

Russo IC. *Intervenção fonoaudiológica na terceira idade*. Rio de Janeiro: Revinter; 1999. Distúrbios da audição: a presbiacusia; p. 51-82.

DOCUMENTOS

ELETRÔNICOS

ASHA: American Speech and Hearing Association [Internet]. Rockville:

American Speech-Language-Hearing Association; c1997-2008. Otitis media, hearing and language development. [cited 2003 Aug 29]; [about 3 screens] Available from: http://www.asha.org/consumers/brochures/otitis_media.htm

Tabelas

Apresentar as tabelas separadamente do texto, cada uma em uma página, ao final do documento e apresentá-las também em anexo, no sistema de submissão. As tabelas devem ser digitadas com espaço duplo e fonte Arial 8, numeradas sequencialmente, em algarismos arábicos, na ordem em que foram citadas no texto. Todas as tabelas deverão ter título reduzido, autoexplicativo, inserido acima da tabela. Todas as colunas da tabela devem ser identificadas com um cabeçalho. No rodapé da tabela deve constar legenda para abreviaturas e testes estatísticos utilizados. O número de tabelas deve ser apenas o suficiente para a descrição dos dados de maneira concisa, e não devem repetir informações apresentadas no corpo do texto. Quanto à forma de apresentação, devem ter traçados horizontais separando o cabeçalho, o corpo e a conclusão da tabela. Devem ser abertas lateralmente. Serão aceitas, no máximo, cinco tabelas.

Quadros

Devem seguir a mesma orientação da estrutura das tabelas, diferenciando apenas na forma de apresentação, que podem ter traçado vertical e devem ser fechados lateralmente. Serão aceitos no máximo dois quadros. Apresentar os quadros separadamente do texto, cada um em uma página, ao final do documento e apresenta-los também em anexo, no sistema de submissão.

Figuras (gráficos, fotografias e ilustrações)

As figuras deverão ser encaminhadas separadamente do texto, ao final do documento, numeradas sequencialmente, em algarismos arábicos, conforme a ordem de aparecimento no texto. Todas as figuras devem ser apresentadas também em anexo, no sistema de submissão. Todas as figuras deverão ter qualidade gráfica adequada (podem ser coloridas, preto e branco ou escala de cinza, sempre com fundo branco), e apresentar título em legenda, digitado em fonte Arial 8. Para evitar problemas que comprometam o padrão de publicação da CoDAS, o processo de digitalização de imagens ("scan") deverá obedecer aos seguintes parâmetros: para gráficos ou esquemas usar 800 dpi/*bitmap* para traço; para ilustrações e fotos usar 300 dpi/*RGB* ou *grayscale*.

Em todos os casos, os arquivos deverão ter extensão .tif e/ou .jpg. Também serão aceitos arquivos com extensão .xls (Excel), .eps, .wmf para ilustrações em curva (gráficos, desenhos, esquemas). Se as figuras já tiverem sido publicadas em outro local, deverão vir acompanhadas de autorização por escrito do autor/editor e constando a fonte na legenda da ilustração. Serão aceitas, no máximo, cinco figuras.

Legendas

Apresentar as legendas usando espaço duplo, acompanhando as respectivas tabelas, quadros, figuras (gráficos, fotografias e ilustrações) e anexos.

Abreviaturas

e

siglas

Devem ser precedidas do nome completo quando citadas pela primeira vez no texto. As abreviaturas e siglas usadas em tabelas, quadros, figuras e anexos devem constar na legenda com seu nome por extenso. As mesmas não devem ser usadas no título dos artigos e nem no resumo.

ORCID**iD**

Todos os autores devem ter o número de registro no ORCID (*Open Researcher and Contributor ID*, <http://orcid.org/>) associados aos seus respectivos cadastros no sistema ScholarOne.

ANEXO B – NORMAS DA REVISTA *JOURNAL OF THE AMERICAN ACADEMY OF AUDIOLOGY*

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

The *Journal of the American Academy of Audiology* publishes original research in all areas of audiology, including audiological assessment, amplification, aural habilitation and rehabilitation, auditory electrophysiology, vestibular assessment, and hearing science.

Manuscript Submission: Manuscripts are to be submitted online. Submission of a manuscript is taken as evidence that no portion of the text or figures has been previously copyrighted, published, or submitted for publication elsewhere unless information regarding previous publication is explicitly cited and permission obtained. Manuscripts are typically available online (publish ahead of print) within approximately two months of acceptance.

JAAA is a participant in CrossCheck, a multi-publisher initiative to screen published and submitted content for originality. JAAA uses the iThenticate software to detect instances of overlapping and similar text in submitted manuscripts.

To ensure that your submission does not pose an antitrust violation, review the Academy's *Antitrust Policy and Guidelines*.

Manuscript Format: Limit of 4000 words including abstract, references, figure legends, etc. The main document is required in Microsoft Word. Pages should have one-inch margins. The font should be Times New Roman 12-point. Do not use boldface or italics. Lines should be double-spaced. Label the major divisions of your document with headings. Up to three levels of subheadings may be used.

Title Page: Page one should include the date of submission, the title, and the names of all authors as they will appear in print, without degrees. List of authors is limited to 10. This should be followed by a listing of the institutional affiliations of each author. The title page should also include the name, address, telephone number, fax number, and e-mail address of the corresponding author who will receive editorial correspondence. This is where the author should cite whether the paper has been presented and where. Acknowledgments of support are listed here, along with grant numbers if the study was supported by an agency.

Structured Abstract: Abstracts must be **350** words or fewer. When applicable, abstracts should use the following format:

Background: *Describe the context of the study or the problem it addresses.*

Purpose: *State the objective or question addressed by the research.*

Research Design: *Describe the basic experimental design of the study.*

Study Sample: *State the number of subjects, relevant demographic variables, and how they were selected.*

Intervention: *Describe any intervention(s) studied.*

Data Collection and Analysis: *Describe how and when outcomes were measured, including any instruments employed, and the statistical methods used to analyze*

data.

Results: State the main results and, if an intervention was studied, the intervention's effects on measurable outcomes for the study sample and for subgroups.

Conclusions: State the conclusions that are directly supported by the data, and any more general conclusions, along with their clinical implications.



[Click here for more information on the structured abstract.](#)

Key Words: Following the abstract, supply a short list of keywords (preferably from MeSH®, the National Library of Medicine's *Medical Subject Headings* thesaurus) reflecting the content of the article.

Abbreviations: Following the keywords, provide a list of all abbreviations and acronyms used more than once in the manuscript, along with their full descriptions.

Tables: Limit of 6. Microsoft Word and Microsoft Excel are acceptable file formats for tables. All tables should be submitted in files separate from the manuscript text file. Up to **six** tables may be included, numbered consecutively. Each table should have a title that succinctly describes the contents of the table (e.g., Table 3. Mean Recognition Scores (and SDs) for the Conditions and Signal-to-Noise Ratios of Experiment 3). Be sure that all tables are cited in the text. Do not place vertical lines in any table.

Figures: Limit of 6.

General: Be sure that all lettering and symbols are large enough, and lines defining waveforms are trends are thick enough, to be easily readable after the figure has been reduced to a one-column width (2 3/4 inches, or 7 cm). If you are not sure, reduce the figure to 2 3/4 inches (7 cm) wide on a copying machine with reduction capability. At this size, the lettering should be about the same size as the ordinary text on a journal page. Avoid the use of closely spaced gridlines.

Figures should be numbered consecutively in the order in which they appear in the manuscript, using Arabic numerals. A list of figure legends should be prepared on a separate page following the body of the manuscript. The figure legend should explain each figure in detail. Do not send figures in color unless the color is absolutely essential to convey the message of the figure, as authors are required to cover the cost of printing in color. Be sure that all figures submitted are cited in the text; figures will be placed just after their first citation.

Electronic Format: Figures that include text should, preferably, be submitted as vector .eps files. Figures that do not contain text and are, therefore, less likely to require editing, can be submitted as .eps, .tif, .pdf, or .jpg files of at least 300 dpi. All figures should be submitted in files separate from the manuscript text file.

Supplemental Files: Files that are essential to the paper but would otherwise be prohibitively expensive to print, such as flowcharts that exceed the dimensions of a printed page or lengthy appendixes of supporting data, are welcome in the online version of the journal. However, please note that supplemental files will not be copyedited or typeset. Audio and video files are also acceptable in the online format.

Any MIME (multipurpose Internet mail extensions) file type can be submitted, and there is no limit to the size or number of files; however, it is important to keep in mind that readers must have the necessary program(s) to view them.

References: Limit of 35. References should be cited in the text by the surname(s) of the author(s) and the year of publication, for example, Smith (1992) or (Smith, 1992), depending on context. Two or more works by the same author in the same year should be labeled with the suffixes a, b, c, etc., both in the text and in the reference section at the end of the manuscript. When several references are cited simultaneously in the text, they should be arranged in chronological order, for example: (Smith, 1992; Jones, 1994; Brown, 2001). References with two authors should be cited as (Smith and Jones, 1993), whereas references with three or more authors should be cited as (Smith et al, 1993). A list of the references cited in the text should follow the body of the text. It should be double-spaced and in alphabetical order (unnumbered) according to the surname of the first author.

Journal

Smith ST, Jones RW, Brown J. (2002) *Infant screening for hearing loss: problems in follow-up.* J Am Acad Pediatr Audiol 14:233–241.

Book

Smith ST, Jones RW, Brown J. (2002) *Infant screening for hearing loss: a formula for success.* In: Schwartz RW, ed. *Issues in Infant Screening for Hearing Loss.* New York: Lucretius Press, 223–256.

Book:

Smith ST, Jones RW, Brown J. (2002) *Infant Screening for Hearing Loss.* Chicago: Stein Press.

article:

chapter:

In all references, journal names should be abbreviated per [MEDLINE](#). Under "Current Subsets," choose "Currently indexed in MEDLINE" for a complete list of titles. For a short list of journal abbreviations commonly referenced in JAAA, [Click Here](#).

NIH Public Access Policy: The National Institutes of Health (NIH) Public Access Policy mandates that all articles by NIH-funded researchers be submitted to [PubMed Central](#) within 12 months of publication. NIH-funded authors who are published in JAAA are responsible for submitting their own articles. For more information, [click here](#).

Protecting the rights of animals and human subjects: If human subjects have participated in the study, authors must state that the study was approved by the local Ethics Committee or Institutional Review Board. This statement is typically included in the Methods section of the manuscript. Further, where the study involved human subjects, the manuscript must be accompanied by a statement that the investigation was conducted with the understanding and full, informed consent of the subjects.

Where the investigation involved animal subjects, it must state that measures were taken to minimize pain or discomfort. We will reserve the right to reject manuscripts where doubt exists that appropriate procedures were followed.

Reference: Garf C, Wager E, Bowman A, Flack S, Scott-Lichter D, Robinson A.

(2006) Guidelines. Best practice guidelines on publication ethics. *Int J Clin Pract* 61(Suppl. 152):6.

**ANEXO C – CERTIFICADO DE PÔSTER APRESENTADO NO CONGRESSO
INTERNACIONAL DE ELETROFISIOLOGIA PARA AUDIOLOGIA/ 2019**

The certificate is framed with a blue border. At the top left is the CINEA logo, which includes a stylized ear and a blue waveform. To the right of the logo, the text reads: "13-15 NOVEMBRO 2019", "RITZ LAGOA DA ANTA", and "M • A • C • E • I • Ó". The word "CERTIFICADO" is printed in large, bold, black capital letters on the right side. Below this, the text "Certificamos que" is followed by the name "MARIA CECILIA DOS SANTOS MARQUES" in bold. The main body of the certificate states: "Apresentou o trabalho 'FREQUENCY FOLLOWING RESPONSE EM CRIANÇAS COM ALTERAÇÕES DE LINGUAGEM' dos autores 'MARIA CECILIA DOS SANTOS MARQUES, KELLY CRISTINA LIRA DE ANDRADE, SILVANA GRIZ, DENISE COSTA MENEZES', no formato e-pôster, no I CONGRESSO INTERNACIONAL DE ELETROFISIOLOGIA PARA AUDIOLOGIA, realizado de 13 a 15 de novembro de 2019 no Hotel Ritz Lagoa da Anta em Maceió/AL." The date and location "Maceió, 15 de novembro de 2019." are printed on the right. A signature of Pedro de Lemos Menezes is shown above a horizontal line, with his name and title "Presidente do I CINEA" printed below. At the bottom, the word "REALIZAÇÃO:" is followed by the logos of "LATEC" and "TRIBECA".

CINEA
I CONGRESSO INTERNACIONAL DE
ELETROFISIOLOGIA
PARA AUDIOLOGIA

13-15
NOVEMBRO
2019
RITZ LAGOA DA ANTA
M • A • C • E • I • Ó

CERTIFICADO

Certificamos que

MARIA CECILIA DOS SANTOS MARQUES

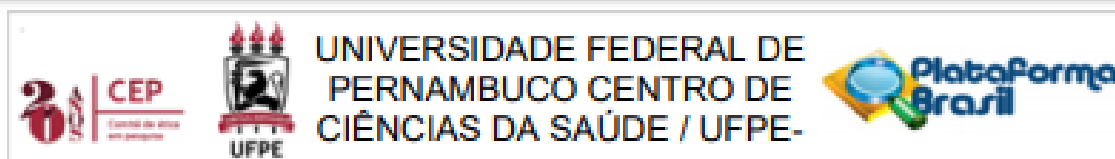
Apresentou o trabalho "FREQUENCY FOLLOWING RESPONSE EM CRIANÇAS COM ALTERAÇÕES DE LINGUAGEM" dos autores "MARIA CECILIA DOS SANTOS MARQUES, KELLY CRISTINA LIRA DE ANDRADE, SILVANA GRIZ, DENISE COSTA MENEZES", no formato e-pôster, no I CONGRESSO INTERNACIONAL DE ELETROFISIOLOGIA PARA AUDIOLOGIA, realizado de 13 a 15 de novembro de 2019 no Hotel Ritz Lagoa da Anta em Maceió/AL.

Maceió, 15 de novembro de 2019.


Pedro de Lemos Menezes
Presidente do I CINEA

REALIZAÇÃO:
 

ANEXO D - PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS DO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE - UFPE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Potencial evocado auditivo de tronco encefálico com estímulo de fala e mascaramento temporal de audição

Pesquisador: SILVANA MARIA SOBRAL GRIZ

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 79463017.0.0000.5208

Instituição Proponente: Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.796.219

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um Projeto a ser realizado pelas pesquisadoras como parte das atividades desenvolvidas no Laboratório de Audiologia do Departamento de Fonoaudiologia da UFPE, tendo como Pesquisadora Principal a Profa. Dra. Silvana Maria Sobral Griz e Pesquisadores Envolvidos Profa. Dra. Denise Costa Menezes, Profa. Dra. Karina Paes Advíncula, Prof. Dr. Pedro de Lemos Menezes e da fonoaudióloga Maria Cecília dos Santos Marques.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Geral

Estudar o efeito do mascaramento temporal nos registros do exame de Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) com estímulo de fala

Objetivos Específicos

- a) Analisar as latências, amplitude, slope e área do complexo V/A das respostas do exame do PEATE de fala, com e sem presença de ruído para diversas populações;
- b) Analisar latências e amplitude das respostas do exame do PEATE com click e sem presença de

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde

Bairro: Cidade Universitária

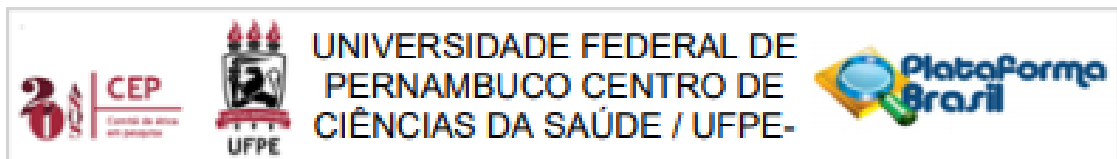
CEP: 50.740-600

UF: PE

Município: RECIFE

Telefone: (81)2126-8588

E-mail: cepcos@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.798.219

ruído para diversas populações;

c) Estabelecer valores normativos do exame do PEATE de fala sem presença de ruído;

d) Analisar os diversos protocolos de aquisição do exame do potencial evocado auditivo com estímulo de fala;

e) Analisar os diversos protocolos de análise do exame do potencial evocado auditivo com estímulo de fala;

f) Analisar os aspectos do mascaramento temporal (forward masking) envolvidos com o processamento da fala em ruído;

g) Comparar os resultados dos registros obtidos com PEATE de fala com e sem presença de ruído com os registros obtidos com o estímulo click.