



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

LEONARDO GLEYGSON ANGELO VENÂNCIO

**POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE TRONCO ENCEFÁLICO ELICIADO POR
ESTÍMULO DE FALA EM USUÁRIOS DE IMPLANTE COCLEAR: uma revisão
sistemática**

Recife

2020

LEONARDO GLEYGSON ANGELO VENÂNCIO

**POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE TRONCO ENCEFÁLICO ELICIADO POR
ESTÍMULO DE FALA EM USUÁRIOS DE IMPLANTE COCLEAR: uma revisão
sistemática**

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

Área de concentração: Fonoaudiologia.

Orientador: Profa. Dra. Lilian Ferreira Muniz

Coorientador: Profa. Dra. Silvana Maria Sobral Griz

Recife

2020

Catálogo na fonte
Bibliotecária: Mônica Uchôa, CRB4-1010

V448p Venâncio, Leonardo Gleygson Angelo.
Potencial evocado auditivo de tronco encefálico eliciado por estímulo de fala em usuários de implante coclear: uma revisão sistemática / Leonardo Gleygson Angelo Venâncio. – 2020.
141 f.: il.; tab.; quad.; 30 cm.

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

1. Implante coclear. 2. Fala. 3. Eletrofisiologia. 4. Potencial evocado auditivo de tronco encefálico. I. Muniz, Lilian Ferreira (Orientadora). II. Título.

614

CDD (20.ed.)

UFPE (CCS2020-212)

LEONARDO GLEYGSON ANGELO VENÂNCIO

**POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE TRONCO ENCEFÁLICO ELICIADO POR
ESTÍMULO DE FALA EM USUÁRIOS DE IMPLANTE COCLEAR: uma revisão
sistemática**

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

Aprovada em: 06 de novembro de 2020.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Lilian Ferreira Muniz (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Mariana de Carvalho Leal Gouveia (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Cleide Fernandes Teixeira (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Maria Lúcia Gurgel da Costa (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Pernambuco

Ao meu tesouro eterno inestimável, Deus. Caminhar com Ele traz sentido a tudo, torna o fardo leve e me transforma todos os dias.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Prof^ª Dr^ª Lilian Ferreira Muniz, pelo acolhimento, suporte e incentivo que me fizeram continuar, mesmo quando estive desanimado.

À minha coorientadora Prof^ª Dr^ª Silvana Maria Sobral Griz pelo conhecimento e tempo compartilhado.

À Prof^ª Dr^ª Cleide Fernandes Teixeira por me incentivar desde a graduação a ser um profissional melhor.

Aos membros da banca de defesa, Prof^ª Dr^ª Mariana de Carvalho Leal Gouveia e Maria Lúcia Gurgel da Costa pelas contribuições valiosas para este trabalho.

Ao meu amigo Lucas Ribeiro pelos conselhos, apoio e caronas que me fizeram ir mais longe.

Aos meus queridos, amados irmãos, da Igreja Evangélica Batista da Várzea (IEBV) pelo zelo, cuidado e comunhão que fortaleceram minha fé desde os tempos da graduação.

Aos queridos colegas do mestrado em Saúde da Comunicação Humana pelo companheirismo, apesar do distanciamento, e aos profissionais docentes e técnicos que tornam o programa acolhedor e possível.

À minha amiga Laís pela generosidade em auxiliar na condução desta pesquisa.

Aos familiares que sempre estiveram comigo em amor, pelo cuidado, confiança e compreensão até mesmo nas ausências. Obrigado por torcer pelas minhas conquistas e suportar minhas fraquezas.

Ao amor da minha vida, Giulia Ádni Viana Santos, por toda compreensão, sabedoria, paciência, companheirismo e por me tornar um homem completo e melhor. E, por tanto que dispensa muitas palavras.

“Existem coisas melhores adiante do que qualquer outra que deixamos para trás” (LEWIS, 2007, p. 1430).

RESUMO

Usuários de implante coclear apresentam variabilidade nas funções auditivas e linguísticas em comparação a indivíduos com audição normal. O potencial evocado auditivo de tronco encefálico eliciado por estímulo de fala é um exame que pode auxiliar no avanço dessa compreensão. O objetivo deste estudo foi caracterizar os parâmetros de aquisição, análise e resultados do potencial evocado auditivo de tronco encefálico eliciado por estímulo de fala em usuários de implante coclear em comparação a indivíduos com audição normal. Foi realizada uma revisão sistemática de literatura de estudos transversais em sete bases de dados eletrônicas (MEDLINE via PubMed, LILACS via BIREME, Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SciELO e Cochrane Library) e na literatura cinzenta. Não houve restrições de ano e idioma de publicação. A qualidade metodológica foi examinada de forma pareada e mascarada, utilizando a Escala de Newcastle-Ottawa adaptada para estudos observacionais transversais. Como resultado, seis estudos atenderam aos critérios de elegibilidade. Apenas um estudo comparou crianças com implante coclear aos pares de audição normal. Variações nos parâmetros de aquisição foram frequentes e as análises se concentraram no domínio do tempo. Os resultados mostraram que usuários de implante coclear podem apresentar atrasos nas latências, amplitudes reduzidas, maiores valores de slope, área, duração e amplitude do complexo VA e redução nas medidas espectrais quando comparados a indivíduos com audição normal, sugerindo possível déficit na codificação da fala no tronco encefálico. Devido às variações metodológicas e baixa qualidade das evidências não é possível generalizar esses achados.

Palavras-chave: Implante Coclear. Fala. Eletrofisiologia. Potencial evocado auditivo de tronco encefálico.

ABSTRACT

Cochlear implants users present variability in auditory and language functions compared to normal hearing individuals. The brainstem auditory evoked potential with speech stimulus is an exam that can help advance this understanding. This study aimed to characterize the parameters of acquisition, analysis, and results of the brainstem auditory evoked potential with speech stimulus in cochlear implant users compared to individuals with normal hearing. A systematic literature review of cross-sectional studies was carried out in seven electronic databases (MEDLINE via PubMed, LILACS via BIREME, Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SciELO and Cochrane Library) and in the grey literature. There were no restrictions of year and language of publication. Methodological quality was examined in a paired and masked manner using the Newcastle-Ottawa Scale adapted for cross-sectional observational studies. As a result, six studies met the eligibility criteria. Only one study compared children with cochlear implants to normal hearing. Variations in acquisition parameters were frequent, and analyses focused on the time domain. The results showed that cochlear implant users might present latency delays, reduced amplitudes, higher slope values, area, duration, and amplitude of the VA complex, and reduced spectral measurements when compared to normal hearing individuals, suggesting a possible deficit in brainstem speech coding. Due to methodological variations and low quality of evidence, it is not possible to generalize these findings.

Keywords: Cochlear implant. Speech. Electrophysiology. Brainstem auditory evoked potential.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Classificação topográfica-funcional da perda auditiva de acordo com nível de lesão nos órgãos do sistema auditivo (ZAHNERT, 2011)	18
Figura 2 –	Principais Constituintes do Implante Coclear (NIDCD, 2016)	21
Figura 3 –	Potenciais evocados auditivos de tronco encefálico eliciados por estímulo de fala refletem as características do estímulo evocador (KRIZMAN; KRAUS, 2019)	34
Figura 4 –	Representação dos componentes do traçado da resposta eletrofisiológica do PEATEf eliciado por estímulo de fala /da/ (SANFINS et al., 2017)	36
Quadro 1 –	Estruturação da pergunta da pesquisa, conforme o modelo PICO	45
Figura 5 –	Fluxograma do processo de seleção dos estudos da revisão.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Características dos estudos incluídos na revisão	79
Tabela 2 –	Visão geral das variáveis e do efeito possível nos resultados do Potencial Evocado Auditivo de Tronco encefálico eliciado por estímulo de fala por estudo incluído	80
Tabela 3 –	Parâmetros de aquisição do Potencial Evocado Auditivo de Tronco encefálico eliciado por estímulo de fala em usuários de implante coclear e indivíduos com audição normal nos estudos	83
Tabela 4 –	Medidas de análise do Potencial Evocado Auditivo de Tronco encefálico eliciado por estímulo de fala utilizados pelos estudos incluídos	85
Tabela 5 –	Resultados do Potencial Evocado Auditivo de Tronco encefálico eliciado por estímulo de fala em usuários de implante coclear, conforme grupos amostrais dos estudos incluídos na revisão	86
Tabela 6 –	Avaliação da qualidade metodológica dos estudos transversais incluídos na revisão sistemática pelo Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale adapted for cross-sectional Studies	88
Tabela 7 –	Concordância entre avaliadores para qualidade metodológica por estudo	89

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABR	<i>Auditory Brainstem Response</i>
BERA	<i>Brainstem Evoked Response Audiometry</i>
FFR	<i>Frequency-Following Response</i>
IC	Implante Coclear
ICA	<i>Independent component analysis</i>
k Ω	Kilohm
MOOSE	<i>Meta-analyses of Observational Studies in Epidemiology</i>
Ms	Milissegundo
NOS	<i>Newcastle–Ottawa scale</i>
PA	Perda Auditiva
PAC	Processamento Auditivo Central
PEALL	Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência
PEAs	Potenciais Evocados auditivos
PEATE	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico
PEATEf	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico eliciado por estímulo de fala
PF	Percepção de Fala
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses</i>
PROSPERO	<i>International PROSPective Register of Systematic Reviews</i>
μ V	Microvolt

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Objetivos	17
1.1.1	Objetivo Geral	17
1.1.2	Objetivos Específicos.....	17
2	REFERÊNCIAL TEÓRICO	18
2.1	Perda auditiva e implante coclear	18
2.2	Fatores que interferem no desempenho auditivo de usuários de implante coclear	22
2.2.1	Domínio de caracterização individual	22
2.2.2	Domínio da perda auditiva	23
2.2.3	Domínio do implante coclear	24
2.3	Percepção de fala em usuários de implante coclear: o que dizem as evidências?	25
2.4	Principais abordagens para investigação da percepção de fala em usuários de implante coclear	30
2.5	Potenciais evocados auditivos: conceito, classificação e importância clínica geral	31
2.5.1	Potencial evocado auditivo de tronco encefálico eliciado por estímulo de fala	33
2.5.1.1	<i>Parâmetros técnicos de aquisição do Potencial evocado auditivo de tronco encefálico eliciado por estímulo de fala</i>	<i>37</i>
2.5.1.2	<i>Parâmetros técnicos de aquisição do Potencial evocado auditivo de tronco encefálico eliciado por estímulo de fala</i>	<i>41</i>
3	METODOLOGIA	43
3.1	Delineamento do estudo e protocolo de registro	43
3.2	Período de coleta	43
3.3	Formulação da pergunta da pesquisa	43
3.4	Critérios de elegibilidade	43
3.5	Fontes de informação	44
3.6	Estratégia de busca eletrônica	45
3.7	Seleção dos estudos	46

3.8	Extração de dados	47
3.9	Avaliação do risco do viés em cada estudo	48
3.10	Análise sumária e interpretação dos dados	48
4	RESULTADOS	50
4.1	Artigo original – Parâmetros e desfechos do potencial evocado auditivo de tronco encefálico eliciado por estímulo de fala em usuários de implante coclear comparado à indivíduos com audição normal: uma revisão sistemática.....	50
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	90
	REFERÊNCIAS	91
	APÊNDICE A – ESTRATÉGIA COMPLETA DE BUSCA E QUANTITATIVO DE REFERÊNCIAS NA ETAPA DE IDENTIFICAÇÃO INICIAL	108
	APÊNDICE B - COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO INTRACLASSE ENTRE AVALIADORES PARA A SELEÇÃO DOS ESTUDOS	113
	APÊNDICE C- FORMULÁRIO DE EXTRAÇÃO DOS DADOS	114
	ANEXO A – NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA HEARING RESEARCH	119
	ANEXO B – PRISMA 2009 CHECKLIST	133
	ANEXO C – MOOSE GUIDELINES FOR META-ANALYSES AND SYSTEMATIC REVIEWS OF OBSERVATIONAL STUDIES	135
	ANEXO D – COMPROVANTE DO PROTOCOLO DE REGISTRO DA REVISÃO SISTEMÁTICA NO PROSPERO	137

1 INTRODUÇÃO

A comunicação humana é essencial nas relações sociais e experiências cotidianas, especialmente nas situações de conversação oral, cuja troca de conhecimento e compreensão da mensagem é propiciada pela percepção inteligível da fala, em que a audição é a base para sua efetivação.

Essas experiências cotidianas, além de propiciar a exposição aos diferentes estímulos auditivos, revelam modificações funcionais e estruturais em regiões corticais e subcorticais do sistema perceptivo-auditivo, desde o nascimento para aquisição da fala e o desenvolvimento da linguagem oral (DAHMEN; KING, 2007; KRISHNAN et al., 2015; SININGER; GRIMES; CHRISTENSEN, 2010; YU; ZHANG, 2018).

A perda auditiva é apenas um dos fatores que afetam a consolidação da linguagem oral e o desenvolvimento das habilidades auditivas (ALBERTI, 2001; ANDRIGUETTO; MORETTI; RIBAS, 2016; ZANICHELLI; GIL, 2011). Ela é considerada um problema de saúde pública, pois constitui-se a segunda deficiência física que mais afeta a população (VOS et al., 2016), acometendo 8% da população mundial (WILSON et al., 2017), com repercussões na economia global e na qualidade de vida dos indivíduos (BROWN et al., 2018; MCKINNON, 2014; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2017; ZENG, 2017).

Dentre as tecnologias utilizadas para reabilitação auditiva, o implante coclear (IC) é um marco na intervenção da PA. O IC converte o som acústico em energia elétrica e estimula diretamente o nervo coclear, permitindo a percepção sonora e da fala (MACHEREY; CARLYON, 2014; TEFILI et al., 2013; YAWN et al., 2015). Esse dispositivo melhora, portanto, a percepção da fala (PF) e potencializa o desenvolvimento das habilidades auditivas, de forma a melhorar a qualidade de vida dos seus usuários (ANGELO; BEVILACQUA; MORET, 2010).

Contudo, um conjunto de fatores envolvendo caracterização individual (DUNN et al., 2014; SCHWAB et al., 2015), a PA (LITOVSKY; GORDON, 2016) e propriedades do IC (DE MELO et al., 2013; ROUIHA; BACHIR; ALI, 2008) podem interferir e favorecer a variabilidade no desempenho auditivo e linguístico entre usuários de IC comparado a indivíduos com audição normal (LUND, 2016).

Diferentes abordagens podem ser empregadas para quantificar tal variabilidade e investigar a PF em usuários de IC. Testes comportamentais são comumente empregados, sendo requerida a participação voluntária do indivíduo (ALVES et al., 2013; BORKOVSKI; BIDA; POLIDO, 2018; CORDEIRO; BANHARA; MENDES, 2020; GIUSTI, 2014; MENDES; BARZAGHI,

2011). Por outro lado, testes objetivos são preferíveis por ser aplicáveis em amplas faixas etárias e não requerer a participação comportamental voluntária (BAHMER; POLAK; BAUMANN, 2010; GABR; HASSAAN, 2015; HANG et al., 2015; LEIGH et al., 2019; RUNGE-SAMUELSON; DRAKE; WACKYM, 2008).

Testes eletrofisiológicos fornecem, nesse sentido, medidas objetivas do processamento auditivo para a PF, pois avaliam com precisão a função e integridade das vias até o processamento auditivo central (PAC) (ANDERSON; KRAUS, 2013; KRAUS; ANDERSON; WHITE-SCHWOCH, 2017). Dentre eles, o Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) avalia a ativação das vias auditivas subcorticais pela obtenção da atividade sincrônica bioelétrica em resposta à um estímulo auditivo eliciador (HALL, 2015; OLDS; OGHALAI, 2016; PICTON, 2010; ROCHA et al., 2010; RUSSO et al., 2004).

O PEATE pode ser eliciado por estímulos simples, como o clique ou complexos, como a fala (MATAS; MAGLIARO, 2015; SONG et al., 2006). O PEATE eliciado por estímulo de fala (PEATEf) reflete com fidelidade e precisão as propriedades acústicas do sinal da fala que dão sentido a comunicação humana (AKHOUN et al., 2008; GAMA; PERETZ; LEHMANN, 2017; KRAUS; ANDERSON; WHITE-SCHWOCH, 2017; SONG et al., 2006) pela codificação de aspectos como ritmo, timbre e entonação (HICKOK; POEPEL, 2015; SKOE; KRAUS, 2010).

Gabr e Hassaan (2015) sugeriram que o PEATEf pode ser uma ferramenta clínica importante que auxilia na compreensão do processamento de fala em usuários de IC. De maneira similar, um estudo recente (Jarollahi et al., 2020) com 20 crianças usuárias de IC comparou o PEATEf e indivíduos com audição normal, sugeriu a possível existência de transtornos para a codificação neural para fala a nível do tronco cerebral para usuários de IC.

Ambos os estudos, contudo, não estabeleceram critérios clínicos confiáveis para escolha dos parâmetros de aquisição e análise do resultado do PEATEf. Além disso, desconsideraram o principal desafio para as gravações do PEATEf em usuários de IC: a interferência eletromagnética gerada pelo transmissor do IC que pode contaminar os registros do PEATEf e dificultar sua interpretação (FRIESEN; PICTON, 2010; MC LAUGHLIN et al., 2013).

Não é conhecida a existência de um protocolo específico e validado para aquisição do PEATEf em usuários de IC. Além disso, não foi confirmada diferenças entre as respostas do PEATEf de usuários de IC quando comparados a indivíduos com audição normal, dificultando a identificação de inconsistências e fragilidades nos estudos disponíveis para minimizá-los em estudos futuros.

Assim, o presente estudo foi motivado pela necessidade clínica de explorar o processamento auditivo para fala em usuários de IC em amplas faixas de idades e buscar uma explicação sobre variabilidade no desempenho auditivo e linguístico para essa população. Presume-se que o conhecimento gerado auxiliará no entendimento da viabilidade e potencial clínico do PEATEf em usuários de IC.

Esta dissertação está vinculada a linha de pesquisa Audição e Linguagem: desenvolvimento, diagnóstico e intervenção fonoaudiológica que compreende o projeto “Aplicabilidade das medidas objetivas na programação do implante coclear”, coordenado pela Prof.^a. Dr.^a. Lilian Ferreira Muniz.

Ela foi fundamentada em um abrangente referencial teórico organizado em subtópicos para contemplar as bases literárias sobre o tema. Em seguida, são apresentados os procedimentos metodológicos de condução deste estudo. Depois, os resultados são apresentados em formato de artigo original a ser submetido ao periódico *Hearing Research*, após tradução, e estão em conformidade com as normas da revista (ANEXO A). Finalmente, são apresentadas as considerações finais sobre os achados e suas recomendações.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Realizar uma revisão sistemática de literatura para caracterizar os parâmetros de aquisição, análise e resultados do PEATEf em usuários de IC em comparação à indivíduos com audição normal

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Descrever as principais características dos estudos incluídos na revisão sistemática, no que se refere a identificação, delineamento e características amostrais;
- b) Identificar possíveis variáveis de confusão relacionadas ao PEATEf em usuários de IC e indivíduos com audição normal;
- c) Caracterizar os parâmetros de aquisição e análise mais utilizados no PEATEf em usuários de IC e indivíduos com audição normal;
- d) Descrever os resultados do PEATEf em usuários de IC e indivíduos com audição normal;
- e) Investigar se existem diferenças entre as respostas do PEATEf em usuários de IC em comparação à indivíduos com audição normal;
- f) Determinar a qualidade metodológica dos estudos disponíveis sobre o PEATEf em usuários de IC e indivíduos com audição normal.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

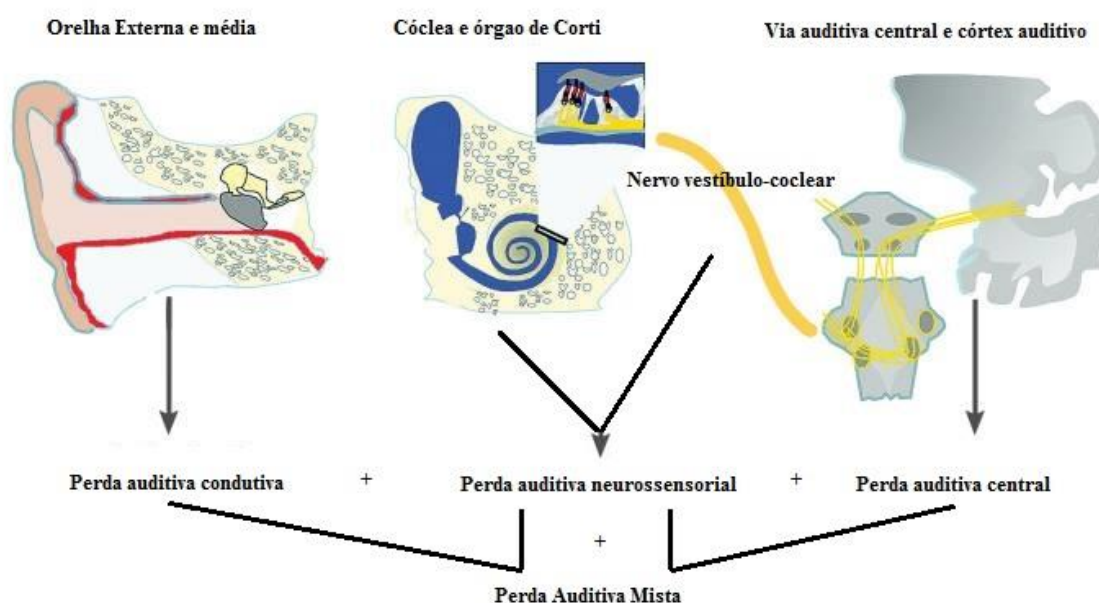
2.1 Perda Auditiva e Implante Coclear

A audição é um dos sentidos neurossensoriais humano mais complexo e importante para a saúde da comunicação humana, visto que é a base para aquisição da linguagem oral e desenvolvimento das habilidades auditivas. Quando acometida pode acarretar em dificuldades importantes nas funções cognitivas, aspectos socioculturais, ou educacionais (ANDRIGUETTO; MORETTI; RIBAS, 2016; ZANICHELLI; GIL, 2011).

O termo “perda auditiva” (PA) refere-se a diminuição da capacidade auditiva, em seu sentido mais amplo, caracterizando-se como uma patologia que dificulta ou impede a condução do som do sistema auditivo periférico ao centros e vias auditivas centrais, devido à danos em pelo menos um dos órgãos que compõem o circuito de transmissão do sistema auditivo (LASAK et al., 2014; ZAHNERT, 2011).

A figura 1 ilustra a classificação topográfica-funcional da PA de acordo com o nível de lesão em um dos órgãos do sistema auditivo.

Figura 1 - Classificação topográfica-funcional da perda auditiva de acordo com nível de lesão nos órgãos do sistema auditivo (ZAHNERT, 2011).



A PA pode atingir todas as faixas etárias, ter início repentino ou gradual, acometer uma ou ambas orelhas e ser temporária ou tratável, como resultado de diversas causas e fatores de risco genéticos e ambientais no momento pré-natal, perinatal ou pós-natal que gera transtornos perceptuais auditivos (BLAZER; DOMNITZ; LIVERMAN, 2016; BROWN et al., 2018; HOPKINS, 2015a). Por essa razão, as manifestações clínicas são heterogêneas, embora, saiba-se que independentemente da etiologia, a PA é tratável (TUCCI; MERSON; WILSON, 2010).

Em síntese, a PA infantil prejudica o amadurecimento das habilidades auditivas necessárias para aquisição da fala e desenvolvimento da linguagem oral (OLIVEIRA; PENNA; LEMOS, 2015; PEIXOTO et al., 2018). Em adultos, tem sido descrito implicações sociais importantes, como dificuldades no relacionamento social e familiar, podendo afetar aspectos relacionados à vida laboral (FRANCELIN; MOTTI; MORITA, 2010). Não obstante, dificuldades na comunicação tendam a aumentar com o avanço da PA relacionado ao envelhecimento (BARALDI; ALMEIDA; BORGES, 2007; SOARES JARDIM et al., 2016).

Nesse cenário, a PA é considerada um problema de saúde pública, pois é a segunda deficiência física que mais afeta a população (VOS et al., 2016), atingindo cerca de até 8% da população mundial (WILSON et al., 2017) com impactos significativos na qualidade de vida, bem-estar físico e mental dos indivíduos e onerações na economia global (BROWN et al., 2018; MCKINNON, 2014; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2017; ZENG, 2017).

Acrescenta-se a isso, dados oficiais atualizados em 2015 sobre a última Pesquisa Nacional de Saúde (PNS 2013) que abordou a deficiência auditiva no Brasil, estimou que cerca de 1,1% da população do país possuía deficiência auditiva autorreferida, considerando alguma redução na capacidade auditiva uni, bilateral, em um ouvido ou ambos. Além disso 20,6% da população apresentou grau intenso ou muito intenso de limitações ou não conseguia realizar as atividades habituais (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2015).

A implantação da Política Nacional de Atenção à Saúde Auditiva pela portaria nº 2.073 em 2004, nesse sentido, consititui-se um marco importante para assistência à saúde auditiva no país, pois visa garantir não somente o diagnóstico e reabilitação auditiva, mas garante a promoção e proteção audiológica e assegura atendimento e acompanhamento fonoaudiológico e multiprofissional nos diferentes ciclos de vida, como destacado anteriormente (DA SILVA; GONÇALVES; SOARES, 2014). Indubitavelmente, torna-se nítido os esforços políticos-público para assistência em saúde para a PA.

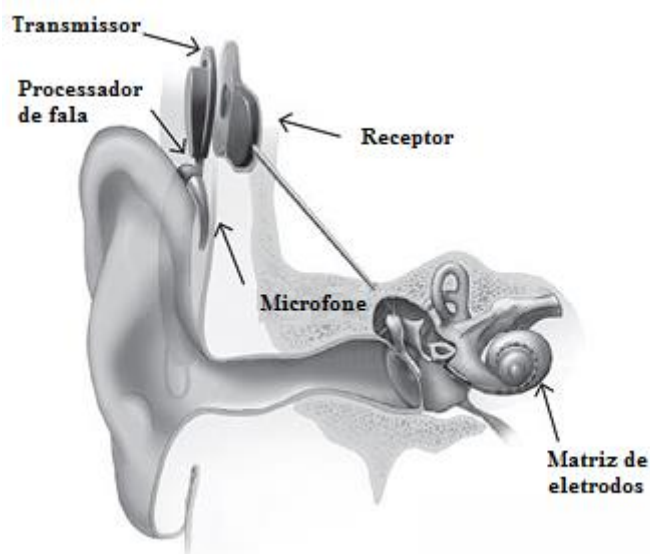
É válido ressaltar que as consequências da PA podem ser minimizadas por diversas tecnologias disponíveis para a reabilitação auditiva, destacando-se as próteses auditivas osteo-ancoradas (COUTINHO; PIA, 2004), sistema de implante de orelha média (LOURENCONE et al., 2012), IC (YAWN et al., 2015), implante auditivo de tronco cerebral (GOLFINOS; ROLAND; RODGERS, 2014), aparelho de amplificação sonora individual (AASI) e Sistema de Frequência Modulada Pessoal (FM).

Esses recursos assistivos podem ser adquiridos em centros particulares e/ou em serviços públicos de saúde auditiva credenciados ao Sistema Único de Saúde. O uso e indicação destes são realizados com base nas características da PA, etiologia, fatores associados e demandas sociais do indivíduo (BENTO, 2010), sendo o AASI e IC os principais dispositivos utilizados como recursos de reabilitação auditiva, e o IC a única opção nos casos de PA sensorineural de grau severa a profunda (TEFILI et al., 2013).

O IC é considerado um avanço para o tratamento da PA, pois é um dispositivo eletrônico que recupera o acesso sonoro por meio da estimulação elétrica direta das fibras nervosas residuais do nervo coclear (HOPKINS, 2015b; MACHEREY; CARLYON, 2014; ROCHE; HANSEN, 2015; YAWN et al., 2015). Os principais constituintes do IC são da superfície externa para interna: Microfone, processador de fala, transmissor, receptor e matriz de eletrodos.

O microfone capta os sinais acústicos e os envia para o processador de fala que os trata acusticamente e os converte em sinais elétricos. Em seguida, esses sinais acústicos são enviados por meio de uma antena transmissora de radiofrequência para um receptor interno que tem a função de processar e conduzir a informação elétrica para uma matriz de eletrodos inseridos cirurgicamente na cóclea que captam os impulsos gerados e envia as informações do nervo auditivo para o córtex auditivo (HOPKINS, 2015b; NIDCD, 2016), conforme ilustrado na figura 2.

Figura 2 - Principais Constituintes do Implante Coclear (NIDCD, 2016).



Em outras palavras, o IC permite que o desempenho auditivo de indivíduos com PA se aproxime daqueles que possuem limiares auditivos dentro do padrão da normalidade, por ser um substituto satisfatório para células ciliadas mecanossensoriais perdidas e uma fonte de estimulação elétrica-acústica para as células sensoriais remanescentes (DABDOUB; NISHIMURA, 2017), principalmente na PA neurossensorial, cujo local da lesão não é cortical (ROCHE; HANSEN, 2015).

Os sucessivos avanços na tecnologia de IC permitiram melhorias na codificação do som em ambientes desafiadores de escuta, como na fala com ruído, por meio de algoritmos de aprimoramento do sinal (BÜCHNER; GÄRTNER, 2017). Logo, os dispositivos atuais possuem refinamentos complexos e adicionais para melhorar e beneficiar a experiência dos usuários em diversas situações de escuta (DABDOUB; NISHIMURA, 2017; ROCHE; HANSEN, 2015; WILSON; DORMAN, 2008; ZENG; CANLON, 2015).

Os principais benefícios respaldados nos desfechos clínicos e sociais evidenciados na literatura, a despeito da PA são o favorecimento da compreensão e expressão oral, melhora no desenvolvimento da linguagem, nos aspectos educacionais e na percepção de fala (JOY; SREEDEVI, 2019; SEMENOV; MARTINEZ-MONEDERO; NIPARKO, 2012). Além disso, impactos favoráveis para inserção social e qualidade de vida global revelam o custo-efetividade na vida dos pacientes em amplas faixas etárias (CROWSON et al., 2017; RÖSLI et al., 2015; VIEIRA; DUPAS; CHIARI, 2018).

Sob a perspectiva dos pais, o uso do IC melhora a qualidade de vida dos filhos, seguindo uma relação diretamente proporcional sobre o tempo de uso do dispositivo e desenvolvimento das habilidades auditivas, (ALMEIDA et al., 2015). Portanto, o IC traz benefícios notórios para percepção da fala e desenvolvimento das habilidades auditivas (ANGELO; BEVILACQUA; MORET, 2010).

2.2 Fatores que interferem no desempenho auditivo de usuários de implante coclear

Uma variedade de fatores pode interferir no desempenho auditivo dos usuários de IC. Esses fatores são divididos aqui didaticamente em domínios. A saber: domínio de caracterização individual que abrange aspectos sociodemográficos e clínicos, domínio da perda auditiva que engloba as características anatomofuncionais da patologia e domínio do IC que diz respeito às particularidades dos dispositivos.

2.2.1 Domínio de caracterização individual

A idade biológica parece influenciar o desempenho auditivo de usuários com IC (DUNN et al., 2014; SCHWAB et al., 2015). Dunn e colaboradores (2014), por exemplo, ao avaliarem longitudinalmente o efeito da idade no momento da implantação coclear na PF, linguagem e leitura em crianças, demonstraram que a idade afeta significativamente a PF e linguagem, uma vez que quanto mais cedo ocorre a implantação coclear melhor é o desempenho nas tarefas de PF, linguagem e leitura.

Outros estudos corroboram positivamente com esse pressuposto (KAPLAN; PUTERMAN, 2010; MENESES; CARDOSO; SILVA, 2014) e acrescentam que a idade auditiva que abrange o tempo após ativação do IC, também interfere na PF (CHING et al., 2018; ISIAH et al., 2017; MENESES; CARDOSO; SILVA, 2014). Certamente, o período crítico de plasticidade neuronal auditiva constitui-se uma explicação possível para esse efeito em ambas as situações (KRAL, 2013; POLONENKO; PAPSIN; GORDON, 2019)

Similarmente, algumas evidências abordam que o sexo influencia o desempenho auditivo de usuários de IC (LENARZ et al., 2012; STRELNIKOV et al., 2009). Lenarz e colaboradores (2012), constataram que o sexo interfere o desempenho auditivo de adultos

surdos pós-linguais com IC de maneira que em situações de fala com ruído, os homens tendem a apresentar um desempenho ligeiramente melhor do que as mulheres. Esse fato foi explicado pela utilização de estratégias cognitivas distintas para o processamento auditivo utilizados entre os sexos (STRELNIKOV et al., 2009).

Não obstante, experiências auditivas prévias podem afetar também o desempenho auditivo de usuários de IC de modo que crianças com audição residual e experiência auditiva prévia tendem a ter um desempenho melhor na PF em comparação às crianças sem experiência auditiva prévia (KRAL, 2009; LUNDIN; STILLESJÖ; RASK-ANDERSEN, 2014; QUITTNER et al., 2013).

2.2.2 Domínio da perda auditiva

O momento em que a PA se estabelece em relação à linguagem oral é um dos fatores mais importantes a serem considerados. Pois, evidências apontam que quando existe a intervenção precoce com o IC mesmo antes da aquisição da linguagem oral, isto é na surdez pré-lingual, o desempenho auditivo e linguístico pode se aproximar aos pares com audição normal (ANGELO; BEVILACQUA; MORET, 2010; BITTENCOURT et al., 2012; SCARABELLO et al., 2015).

Em contraste, se a PA é desencadeada após aquisição da oralidade, isto é, na surdez pós-lingual, tende a restringir os benefícios auditivos em relação a percepção da fala devido ao maior tempo de privação sensorial proporcionado por intervenção tardia (DE RUITER et al., 2015; DUARTE; GRESELE; PINHEIRO, 2016; KIM et al., 2018).

Além disso, diversas possibilidades de etiologias da PA, podem interferir negativamente na audição de usuários de IC (ISAIAH et al., 2017; JANESCHIK et al., 2013; SHEARER et al., 2017). A título de exemplo, Shearer e colaboradores (2017) descobriram que certas variantes deletérias nas células do gânglio espiral pioram as medidas pós-implante coclear de percepção da fala, correspondendo cerca de 18,3% da variação nos resultados de reconhecimento de fala no momento pós-operatório.

Isso aponta que diante de um cenário complexo de múltiplas variáveis que podem influenciar o desempenho auditivo no IC, a privação auditiva também é um dado que pode interferir a percepção de fala e desempenho auditivo pelo amadurecimento tardio e/ou

deficiente das vias auditivas (LAMMERS et al., 2015; LITOVSKY; GORDON, 2016; SOARES, AD; IHA, LCN; TALARICO, TR; DOMENICO-VENTRE, MLD; CRUZ, 2018)

Em linhas gerais, o tempo de privação auditiva tem sido descrito como inversamente proporcional ao desempenho auditivo nas tarefas de percepção de fala (MENESES; CARDOSO; SILVA, 2014) e produção vocal (CYSNEIROS et al., 2016), pois afeta diretamente o processamento auditivo e a atividade cortical em usuários de IC após longos períodos de privação auditiva (LITOVSKY; GORDON, 2016).

2.2.3 Domínio do implante coclear

O padrão sensorial fornecido ao cérebro pelo IC provê um sinal degradado e distorcido diante da ação das populações neurais remanescentes e número de eletrodos implantados que influencia no processamento de fala, ao requerer que o sistema nervoso central supere à resolução sensorial reduzida e distorção no padrão temporal auditivo (ZENG; POPPER; FAY, 2004).

Além disso, várias outras razões não-exclusivas para as dificuldades de PF podem ser destacadas em usuário de IC, a saber, duração da surdez, baixa sobrevida neural, inserção superficial do conjunto de eletrodos, qualidade de sinal fornecida pelo dispositivo, dispersão de corrente e experiência limitada com o sinal de fala íntegro antes da surdez (BLAMEY et al., 2013).

Especificamente, quanto as características do IC e sua funcionalidade, a modalidade de implantação coclear exerce um papel importante no processamento auditivo e desempenho individual, pois está atrelada ao fluxo de informação sensorial inter-hemisférica e associação cortical multissensorial (KAN et al., 2013; KRAL; EGGERMONT, 2007; KRAL; HUBKA; TILLEIN, 2015; MA; MORRIS; KITTERICK, 2016; PLANT et al., 2016).

Almeida e colaboradores (2018), evidenciaram que a modalidade bilateral propicia melhor percepção da fala em situações de silêncio e ruído quando comparado a modalidade unilateral, independentemente do intervalo entre as diferentes modalidades cirúrgicas, idade biológica no momento de procedimento cirúrgico e tempo de uso do segundo IC pelo maior aporte sensorial que favorece a percepção da fala e amadurecimento das habilidades auditivas.

A quantidade de eletrodos ativos inseridos na cóclea e conectados ao IC também influencia no desempenho auditivo, pois eles auxiliam na captação das pistas espectrais e temporais sonoras, maximizando a percepção da fala (BIESHEUVEL et al., 2019; KENWAY et al., 2015; PERREAU; TYLER; WITT, 2010).

Outro fator que pode atuar sobre o desempenho auditivo no IC é a estratégia de processamento de fala de cada dispositivo (DE MELO et al., 2013; MANRIQUE et al., 2005; ROUIHA; BACHIR; ALI, 2008). De Melo e colaboradores (2013), confirmaram isso em um estudo prospectivo com 11 crianças surdas pré-linguais usuárias de IC utilizando duas estratégias diferentes de processamento de fala (HiRes e HiRes 120). Eles descobriram que a existência de um padrão de desempenho auditivo distinto para as estratégias utilizadas tanto no silêncio como no ruído pode ser atribuída à quantidade e qualidade de informações espectrais fornecidas por cada estratégia.

As estratégias de processamento de fala no IC são importantes porque estão relacionadas ao fluxo de corrente nos eletrodos dentro da cóclea que transmitem as informações temporais do estímulo (envelope e estrutura fina) e espectrais, permitindo a percepção da fala e a obtenção de respostas características do PEATEf em usuários de IC (BINKHAMIS et al., 2019b).

Nesse sentido, a marca (LAZARD et al., 2012) e o modelo (SAMUEL et al., 2010) do IC pode, pelas razões supracitadas, interferir indiretamente no desempenho auditivo, ao considerar a especificidade dos algoritmos e estratégias de processamento de fala disponíveis para uso de cada dispositivo (BINKHAMIS et al., 2019b).

Ademais, o tempo de uso diário do IC é também é uma variável crucial a ser controlada, pois possui relação direta com os benefícios proporcionados pelo IC de modo que quanto maior tempo de uso do IC, melhor é o desempenho auditivo (CRISTOFARI et al., 2018; EASWAR et al., 2016; YUKSEL; CIPRUT, 2017).

2.3 Percepção de fala em usuários de implante coclear: O que dizem as evidências?

Além dos fatores mencionados anteriormente, o sucesso do IC está intimamente ligado à capacidade do indivíduo perceber e compreender com precisão a fala, sendo esse o desfecho clínico mais relevante para o exercício da comunicação oral humana.

A percepção de fala (PF) tem sido convencionalmente definida como a interação de processos perceptivos e cognitivos que permitem à discriminação, identificação e interpretação dos sons da fala (MATTYS, 2013; HOLT, 2009; LOTTO; HOLT, 2015). Ela requer a capacidade de perceber a estrutura linguística no sinal acústico da fala, incluindo os fonemas que são as menores unidades de fala, morfemas, palavras e frases, desde a infância (MCROBERTS, 2008).

A base neural para processamento da fala converge para um processo complexo multimodal, cuja a percepção e a compreensão são influenciadas pelo processamento de múltiplos sistemas sensoriais, tais como audição e visão, por exemplo (MASSARO, 2001). O modelo de fluxo de rota dupla atribui a neuroanatomia funcional do PF a seguinte lógica: o fluxo ventral é responsável por processar os sinais de fala para sua compreensão nas porções médias do lobo temporal, já o fluxo dorsal responde ao mapeamento desses sinais em representações articulatórias, essenciais para a produção da fala nas regiões posteriores temporais, nos lobos parietais e lóbulo frontal posterior, formando uma rede conceitual distribuída em todo córtex (HICKOK; POEPPPEL, 2015).

Esse modelo, demonstra que tanto a percepção e produção de fala são processos que se correlacionam, envolvendo níveis linguísticos e neurais distintos (como os responsáveis pelo processamento fonético, fonológico, sintático, semântico e pragmático da linguagem), sendo a PA responsável por compromete-los (MENDES; BARZAGHI, 2011) devido a ruptura na capacidade de percepção e associação entre as informações acústicas e articulatórias (MELO; MORET; BEVILACQUA, 2008).

Em suma, o objetivo principal da PF, tanto para indivíduos com audição normal quanto para usuários de IC, é a compreensão da mensagem oferecida pelo interlocutor. Para essa finalidade, o indivíduo deve necessariamente reconhecer as palavras que compõem um enunciado verbal por meio de distinções fonêmicas precisas (MITTERER; CUTLER, 2006).

Nesse sentido, o sistema auditivo auxilia na realização dessas distinções à medida que a comunicação verbal acontece como produto desse sistema robusto, eficiente e integrador dos processos de atenção, memória, categorização e aprendizado em geral, enquanto, aspectos intrínsecos ao processamento auditivo central (PAC) (LOTTO; HOLT, 2015).

Em outras palavras, o PAC é crucial para a PF e o conhecimento articulatorio para percepção e produção dos sons de fala (MATTYS, 2013). Por exemplo, o desenvolvimento auditivo típico de crianças pequenas, mostra que a capacidade de discriminação de uma ampla gama de sons da fala e de perceber categoricamente as unidades de segmento de fala são uteis

para extração e expansão do vocabulário devido ao processo de aprendizagem (CURTIN et al., 2016).

Portanto, a experiência com as características acústicas que compõem os sinais da fala modelam a PF, de modo que restrições sensoriais impõem, geralmente, a percepção deturpada do sinal (MATTYS, 2013), como acontece em indivíduos com IC que possuem variabilidade na habilidade percepção de fala (BLANKENSHIP; ZHANG; KEITH, 2016; DINGEMANSE; GOEDEGEBURE, 2019; HAST et al., 2015; O'NEILL; KREFT; OXENHAM, 2019).

Um estudo com trinta usuários de IC e indivíduos com audição normal pareados por idade (O'NEILL; KREFT; OXENHAM, 2019) constatou escores de PF mais variáveis entre os usuários de IC do que entre indivíduos com audição normal devido à possíveis contribuições centrais de fatores perceptivos e cognitivos que fazem com que usuários de IC confiem mais no contexto semântico.

Semelhantemente, Dingemanse e Goedegebure (2019) evidenciaram que usuários de IC dependem mais significativamente de informações contextuais para a PF do que indivíduos com audição normal na identificação de palavras e frases isoladas, sendo o uso de informações contextuais nas sentenças relacionado à memória de trabalho verbal.

Esses achados indicam que em indivíduos com IC, a PF é beneficiada pelo contexto semântico, atividade subcortical e PAC, contrastando implicitamente que o desenvolvimento heterogêneo das habilidades auditivas e cognitivas podem explicar, em parte, a variabilidade no desempenho auditivo. Embora, as características da estimulação elétrica do IC tenham o potencial de restringir esse benefício, pois modifica o sinal de fala a ser processado (ROCHE; HANSEN, 2015).

Sob essa perspectiva, os efeitos da estimulação auditiva precoce na PF e na linguagem de usuários de IC pediátricos são descritos como positivos, pois fornecem habilmente acesso ao mundo sonoro, de modo com que crianças com PA de grau profundo tendem a desenvolver as habilidades linguísticas, principalmente, quando utilizam IC bilaterais (DAVIDSON et al., 2019).

Entende-se que a PF em usuários de IC bilaterais tende a ser melhor do que em um cenário de implantação unilateral, pela maior disponibilidade de informações acústicas que ajudam na inteligibilidade de sentenças (CHEN; HU, 2019). Isso acontece porque o IC auxilia na restauração as habilidades binaurais (tais como fusão e lateralização binaural, por exemplo) (KAN et al., 2013; KAN; LITOVSKY; GOUPELL, 2015) para compreensão eficiente dos sons da fala.

Entretanto, para o funcionamento satisfatório do IC, independentemente, da orelha implantada, é necessária a integridade dos neurônios auditivos primários para transmitir os sinais acústicos do ouvido interno até o cérebro, permitindo a PF (DABDOUB; NISHIMURA, 2017).

Assim, quanto maior o resíduo auditivo e a integridade das vias auditivas, melhor tem sido descrita a PF pela manutenção da atividade nas vias de codificação da fala (HUINCK; MYLANUS; SNIK, 2019), uma vez que a PF depende do acesso às informações acústicas e linguísticas relevantes desde o início da vida para maturação neural após a estimulação (KUHL, 2000; SILVA et al., 2014).

O processamento para sons complexos de usuários de IC, como na fala e música, em condições de escuta silenciosas e ruidosas tem sido considerado desafiador, apesar da modalidade de implantação coclear, visto que prejuízos na percepção da fala podem ser atribuídos à disfunção da codificação supra limiar (DABDOUB; NISHIMURA, 2017) e dificuldades no processamento espectral e temporal das pistas acústicas (ZENG, 2004) que limitam os benefícios na PF pela condição degradada oferecida pelo dispositivo (HUINCK; MYLANUS; SNIK, 2019; PISONI et al., 2017).

Uma revisão sistemática recente resumiu os principais achados sobre como os usuários de IC experimentam a percepção de sons complexos (CALDWELL; JIANG; LIMB, 2017). Foi demonstrado que evidências disponíveis sugerem que a percepção e a qualidade do som em usuário de IC é prejudicada devido a um conjunto de fatores que, em geral, diminuem a riqueza da percepção do estímulo auditivo da fala devido à distorção nas características do som.

Como a PF depende da codificação das características espectrais e temporais do som que fornecem sonoridade, prosódia e compreensão dos formantes (ANANTHAKRISHNAN; LUO; KRISHNAN, 2017), a PF em usuários de IC, em síntese, pode ser prejudicada pelo transtorno no processamento temporal auditivo, pois limitações inerentes às tecnologias do IC, repercutem na disponibilidade de informações espectrais temporais e no domínio de resolução da frequência do som (CARLSON et al., 2012; HAST et al., 2015; MAHMOUD; RUCKENSTEIN, 2014; WINN; CHATTERJEE; IDSARDI, 2012).

Um estudo correlacional (BLANKENSHIP; ZHANG; KEITH, 2016) ao investigar a relação entre o processamento temporal e o desempenho da PF acústica de 12 usuários adultos de IC pós-linguais, descobriu que usuários de IC apresentam maior comprometimento do processamento temporal relacionado a um pior desempenho na PF. Eles sugeriram que transtornos no processamento temporal em usuários de IC contribuem para a variabilidade na

PF devido à limitação da tecnologia de IC que fornece informações acústicas limitadas na via auditiva associados à privação de som no estágio de pré-implantação.

Acrescido a isso, evidências apontam que apesar do IC promover melhora no reconhecimento de fala no silêncio, diferentes contextos de escuta da vida cotidiana afetam a PF, como na presença de ruído competitivo, cuja repostas inferiores comparado a indivíduos com audição normal podem ser encontradas (CORDEIRO; BANHARA; MENDES, 2020; HAN; LEE; LEE, 2020; HAST et al., 2015; NASCIMENTO; BEVILACQUA, 2005).

Ao examinar-se os efeitos do ruído em alguns testes de PF em usuários de IC, utilizando os potenciais evocados auditivos corticais, constatou-se que o desempenho na maioria dos testes de fala foi menor na presença do ruído devido à modificações no processamento temporal auditivo, expressas em dificuldades na percepção da fala pela imprecisão na distinção dos componentes da fala ao longo do tempo (HAN; LEE; LEE, 2020).

Um estudo de *coorte* transversal (NASCIMENTO; BEVILACQUA, 2005b) com amostra de quarenta adultos com surdez pós-lingual, evidenciou também redução significativa dos índices de reconhecimento de sentenças em função da diminuição da relação entre o sinal e ruído e indiferença em índices de reconhecimento das sentenças e escores do questionário com diferentes tipos de IC, ratificando que dificuldades são raras em situações de silêncio e ocasionais em situações ruidosas.

Em contraste, um ensaio clínico com 12 usuários de IC (CORDEIRO; BANHARA; MENDES, 2020), constatou que após três meses de uso do IC, existe ganho significativo e forte correlação na percepção de fala tanto na ausência, como na presença de ruído competitivo que pode ter sido atribuída à tecnologia de direcionalidade do IC estudada. Ademais, a auto percepção do benefício auditivo também pode influenciar em algum grau o desempenho nos testes de PF (MULLER, 2018).

De acordo com Stilp e colaboradores (2017) a PF em usuários de IC é afetada pelas propriedades acústicas do ruído que dificulta a identificação dos formantes da fala, bem como pelo contexto acústico nas tarefas de fala por implicar alterações espectrais perceptivas não exclusivas dos mecanismo subcorticais auditivos, mas por refletir também processos auditivos centrais (STILP, 2017).

Portanto, com base nas evidências discorridas, entende-se que vários fatores incidem sobre a PF em usuários de IC. No entanto, a integração neurobiológica entre o processamento auditivo subcortical e central pode compensar os sinais de fala degradados pelo dispositivo e trazer melhores resultados para a PF associado à novas tecnologias que permitem uma maior

cobertura espectral e temporal para discriminação, identificação e interpretação dos sons da fala (CHEN; HU, 2019; DABDOUB; NISHIMURA, 2017; KRAUS; ANDERSON; WHITE-SCHWOCH, 2017; LOTTO; HOLT, 2015).

2.4 Princípios abordagens para investigação da percepção de fala em usuários de implante coclear

Existem diferentes abordagens que podem ser empregadas para investigação da PF em usuários de IC de diferentes idades e fases de desenvolvimento auditivo (CORDEIRO; BANHARA; MENDES, 2020; DINGEMANSE; GOEDEGEBURE, 2019; ERDEM; CIPRUT, 2019; GABR; HASSAAN, 2015; GIUSTI, 2014; HAN; LEE; LEE, 2020; MULLER, 2018).

Por meio delas, é possível monitorar o desenvolvimento das habilidades auditivas e benefícios do IC, desde o momento de pré-cirúrgico até os períodos pós-cirúrgicos, podendo auxiliar no melhor prognóstico pelo estabelecimento de estratégias de reabilitação mais direcionadas (DANIELI, 2010; MUNIZ; GOFFI-GOMEZ; PERALTA, 2011).

Historicamente, a avaliação comportamental constitui-se uma abordagem amplamente utilizada na prática clínica por se basear na aplicação de uma bateria de testes que utilizam medidas comportamentais, em que a colaboração voluntária do indivíduo e suas respostas são requeridas (ALVES et al., 2013; BORKOVSKI; BIDA; POLIDO, 2018; CORDEIRO; BANHARA; MENDES, 2020; GIUSTI, 2014; MENDES; BARZAGHI, 2011).

Giusti (2014) ao aplicar o Teste com sons de Ling, Teste de Identificação de Extensão vocabular e Teste de Reconhecimento de Sentenças em conjunto fechado e aberto, bem como discorrer na metodologia sobre a forma de aplicação, demonstrou que para cada tarefa existe um comando oferecido pelo avaliador e uma resposta comportamental esperada em relação ao processamento do estímulo auditivo apresentado.

A apresentação de listas de frases com e sem a presença de ruído, seguido da solicitação da sua repetição correta, por exemplo, ilustra bem uma resposta comportamental verbal a tarefa auditiva (CORDEIRO; BANHARA; MENDES, 2020).

Nesse sentido, uma abordagem hierárquica de avaliação foi proposta em uma investigação multicêntrica longitudinal para avaliar a percepção e reconhecimento de fala em 42 pares de crianças com IC e audição normal (EISENBERG et al., 2006). Eles forneceram uma listagem resumo de testes que podem ser aplicados com base na idade cronológica e hierarquia de desenvolvimento auditivo para crianças pré-escolares e escolares.

Os testes listados foram: escalas de integração auditiva significativa (IT-MAIS e MAIS) (KIRK et al., 1997; ZIMMERMAN-PHILLIPS et al., 2000), teste de percepção precoce da fala (ESP) (MOOG; GEERS, 1990), teste de inteligibilidade da fala pediátrica (PSI)(JERGER; JERGER, 1984), *lexical neighborhood test* e sua versão multissilábica (KIRK; PISONI; OSBERGER, 1995); listas de palavras foneticamente balanceadas - jardim de infância (HASKINS, 1949) e, *hearing in noise test for children* (HINT-C) (GELNETT et al., 1995).

Tais testes são de fácil aplicação e permitem normalmente uma coleta rápida e ampla, contudo, por se basearem em medidas comportamentais que necessitam obrigatoriamente da colaboração do indivíduo ou responsável, possuem limitações em crianças pequenas sem linguagem oral e pode ainda sofrer influência de enviesamentos pelas experiências subjetivas individuais e até mesmo em relação a sua aplicação (ERDEM; CIPRUT, 2019).

Além dos testes referidos, questionários específicos de autopercepção do indivíduo sobre o desempenho auditivo na PF também podem ser empregados, porém também possuem riscos de vieses relacionadas à fatores subjetivos inerentes ao indivíduo (ERDEM; CIPRUT, 2019; MULLER, 2018)

Para contornar esses fatores, uma segunda abordagem, a eletrofisiológica, também pode ser empregada para examinar a função, integridade e monitoramento audiológico por fornecer medidas objetivas do processamento e PF. Ela inclui o uso dos potenciais evocados auditivos eliciados por estímulos complexos, como a fala, que estimulam o circuito bioelétrico sonoro desde a cóclea ao tronco encefálico e córtex auditivo (ANDERSON; KRAUS, 2013; KRAUS; ANDERSON; WHITE-SCHWOCH, 2017).

2.5 Potenciais Evocados Auditivos: conceito, classificação e importância clínica geral

Um dos métodos objetivos utilizados para investigar o processamento auditivo, incluindo o processamento da fala, é a pesquisa dos potenciais evocados auditivos (PEAs). PEAs referem-se à atividade bioelétrica produzida nas vias auditiva em resposta à um estímulo acústico que resulta em ondas cerebrais captáveis por meio da eletroencefalografia (EEG) (HALL, 2015; LEGATT, 2015; PICTON; TAYLOR; DURIEUX-SMITH, 2012).

A classificação usualmente empregada para designar os diferentes tipos de PEAs, considera a região anatômica nas vias auditivas de maior ativação neuroelétrica e o intervalo de tempo requerido para o estímulo evocador produzir a resposta eletrofisiológica. Nessa classificação, os PEAs são descritos como curta, média e longa latência considerando as ondas

cerebrais que compõem a resposta eliciada pelo estimulador (ALMEIDA et al., 2015; HALL, 2015; LEGATT, 2015; PICTON, 2010).

Quando as ondas (I-VI) ocorrem em 8 milissegundos (ms) após o estímulo com ativação da cóclea e dos núcleos auditivos do tronco cerebral classificam-se como de curta latência. Quando as ondas (No, Po, Na, Pa, Nb) ocorrem entre 8 e 50 ms após o estímulo com ativação do tálamo auditivo e do córtex denominam-se de média latência e quando as ondas (P1, N1, P2, N2) ocorrem entre 50 e 300 ms após o estímulo representando uma ativação generalizada do córtex frontal, longa latência (PEALL) (HALL, 2015; PICTON, 2010; PICTON et al., 1974).

Embora os PEAs possam ser captados de forma sincrônica ao longo da via auditiva, diferentes tipos de estímulos, parâmetros de aquisição e análise podem ser empregados conforme objetivos de investigação específicos, podendo influenciar na interpretação dos dados obtidos (ANANTHAKRISHNAN; LUO; KRISHNAN, 2017; BECK, 2015; BINKHAMIS et al., 2019; HALL, 2015; ROCHA et al., 2010; RODRIGUES; FICHINO; LEWIS, 2010).

As medidas clássicas para mensuração e análise clínica dos PEAs baseiam-se nos valores de latência (intervalo de tempo entre a apresentação do estímulo e início do primeiro pico positivo na forma de onda dos PEAs) e amplitudes (diferença de tensão elétrica de um pico e seu precedente em uma onda) para investigar o domínio temporal da resposta (HALL, 2015; KRIZMAN; KRAUS, 2019; MATAS; MAGLIARO, 2015).

Modificações nessas medidas, como a ausência, atraso ou adiantamento do aparecimento das ondas podem predizer transtornos no processamento auditivos que muitas vezes podem não ser identificados em testes comportamentais (AIKEN; PICTON, 2008b; GORDON; VALERO; PAPSIN, 2007; HORNICKEL; KRAUS, 2013; MATAS; MAGLIARO, 2015).

Os PEAs contribuem, de maneira geral, para a detecção precoce da PA (SPIVAK et al., 2005), diagnóstico preciso e específico de disfunções auditivas (FRANCOIS et al., 1997; NÚÑEZ-BATALLA et al., 2016; PETE REIN; NEELY, 2012; RODRIGUES; FICHINO; LEWIS, 2010), e para monitoria da intervenção na PA e outros tipos de transtornos auditivos (SZYFTER et al., 2008), sendo útil no processo de identificação, diagnóstico, gerenciamento da PA (CHERMAK; BELLIS; MUSIEK, 2007; HALL, 2015).

A principal vantagem clínica do seu uso dos PEAs pode ser resumido em sua viabilidade em indivíduos que não podem ser avaliados validamente por meio medidas comportamentais e possibilidade diagnóstico funcional diferencial pela maior sensibilidade e especificidade para o diagnóstico das disfunções auditivas (HALL, 2015; HOOD, 1999).

2.5.1 Potencial evocado auditivo de tronco encefálico eliciado por estímulo de fala

Dentre os diferentes tipos de PEAs, o Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE), também denominados de ABR (do inglês, *auditory brainstem response*) ou BERA (do inglês, *brainstem evoked response audiometry*), constitui-se um procedimento clínico que avalia a integridade das vias auditivas por meio da ativação da cóclea e dos núcleos auditivos do tronco cerebral, como parte da atividade sincrônica do sistema auditivo (HALL, 2015; OLDS; OGHALAI, 2016; PICTON, 2010; ROCHA et al., 2010; RUSSO et al., 2004).

O PEATE refere-se ao tipo de PEAs de curta latência mais conhecido e utilizado na atualidade, devido a sua reprodutibilidade e delimitação precisa dos seus sítios geradores (MATAS; MAGLIARO, 2015). Esse potencial de ação é obtido nos primeiros 10 ms após estimulação acústica, refletindo a ação neural do nervo auditivo até o tronco encefálico nos seus terminais sinápticos e pós-sinápticos (LEGATT, 2015; PICTON et al., 1974).

O PEATE pode ser eliciado por estímulos simples, como os não-verbais (tais como, clique e derivações de tons puro) ou por estímulos mais complexos, como a fala. A investigação do processamento neural de estímulos não-verbais foi amplamente reportada pela capacidade de refletir por meio de registros claros e robustos a sensibilidade auditiva e integridade das vias auditivas com sons simples (ABDALAA; FOLSOM, 1995; FÁVERO et al., 2007; RODRIGUES; FICHINO; LEWIS, 2010; SONG et al., 2006).

Todavia, quando se utiliza o estímulo clique para os PEAs, perde-se a riqueza que envolve as propriedades da fala humana, não sendo possível determinar com exatidão como o processamento de fala acontece, exceto a integridade do funcionamento do tronco encefálico (JAFARI; MALAYERI; ROSTAMI, 2015; KRIZMAN; KRAUS, 2019; MOZAFFARILEGHA et al., 2018; SKOE; KRAUS, 2010).

Portanto, os PEAs eliciados por estímulo de fala refletem com fidelidade e precisão as propriedades acústicas do sinal da fala humana (AKHOUN et al., 2008; GAMA; PERETZ; LEHMANN, 2017; KRAUS; ANDERSON; WHITE-SCHWOCH, 2017; RUSSO et al., 2004; SONG et al., 2006), podendo ser gravados em todos os ciclos de vida (GRIZ et al., 2020; KORAVAND et al., 2017; MUSACCHIA et al., 2018; SINHA; BASAVARAJ, 2010; WHITE-SCHWOCH et al., 2015).

Como os sinais da fala humana são compostos por uma estrutura acústica complexa com inúmeras frequências, modulações de amplitude, propriedades temporais rápidas e elementos harmônicos compondo seu espectro (ANDERSON; KRAUS, 2010a). Essa estrutura permite a representação e distinção de aspectos supra segmentares, como ritmo, afinação e entonação,

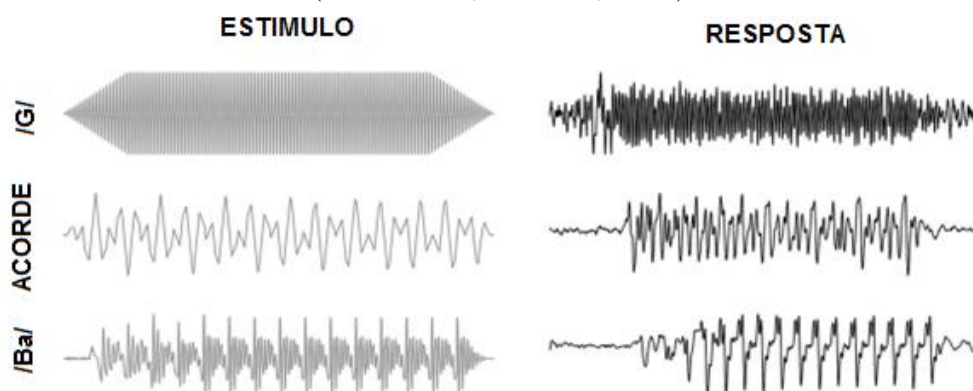
aspectos essenciais para percepção da fala e para comunicação oral humana (HICKOK; POEPPPEL, 2015; SKOE; KRAUS, 2010).

Diferentemente dos constructos clínicos envolvendo os PEAs eliciados pelo estímulo clique, os PEAs eliciados pelo estímulo de fala, podem prever transtorno no processamento auditivo para fala (BIDELMAN, 2015; KRIZMAN; KRAUS, 2019; THOMPSON et al., 2017; WOJTCZAK et al., 2011) que não são necessariamente previsíveis pelas respostas obtidas a partir de estímulos como o clique (JOHNSON et al., 2008; SONG et al., 2006).

PEAs eliciados pelo clique dentro do padrão de normalidade, não excluem transtorno no processamento auditivo central para sons de fala (KRAUS et al., 2016) ou fornecem previsão de problemas de linguagem (WHITE-SCHWOCH et al., 2015b). Ao contrário, os PEAs eliciados por estímulo de fala grava e reproduz mudanças rápidas e sutis do sinal de fala ao longo da via auditiva a nível do tronco encefálico revelando sua integridade, como demonstra a figura 3 (KRIZMAN; KRAUS, 2019; ROCHA et al., 2010; RUSSO et al., 2004; SKOE; KRAUS, 2010).

Figura 3 - Potenciais evocados auditivos de tronco encefálico eliciados por estímulo de fala refletem as características do estímulo evocador

(KRIZMAN; KRAUS, 2019).



As nomenclaturas “Respostas do tronco cerebral às sílabas da fala” (RUSSO et al., 2004), “Respostas evocadas auditivas de tronco encefálico para sons complexos” (SKOE; KRAUS, 2010), “Potencial evocado auditivo de tronco encefálico com estímulo de fala” (ROCHA et al., 2010) ou “*Frequency-Following Response*” (FFR) (KRAUS; ANDERSON; WHITE-SCHWOCH, 2017), são geralmente utilizados como sinônimos por designar a abordagem eletrofisiológica que segue a mesma lógica de aplicação para investigação do processamento neural da fala.

Entende-se, contudo, que o uso generalizado do termo PEATE eliciado por estímulo de fala (PEATEf), enquanto responsável apenas pelas respostas aferentes do tronco cerebral seja, em parte, equivocado, uma vez que tem-se descrito que o termo FFR seja mais adequado por apontar o registro da complexa interação entre as vias aferentes e eferentes auditivas (KRAUS; ANDERSON; WHITE-SCHWOCH, 2017).

Estudos recentes que suportam essa ideia, discorrem sobre contribuições do córtex auditivo primário e sua correlação com outros sítios subcorticais e processos superiores (COFFEY et al., 2016; KRAUS; ANDERSON; WHITE-SCHWOCH, 2017), mesmo diante de contradições terminológicas (BIDELMAN, 2018; CHANDRASEKARAN; KRAUS, 2010; COFFEY et al., 2016, 2017; KRAUS; ANDERSON; WHITE-SCHWOCH, 2017; TICHKO; SKOE, 2017).

O uso dicotomizado dos termos supracitados sugeria, nesse sentido, que seria possível separar as respostas à sons complexos em porções iniciais transientes (*onset*) e porções sustentadas (*FFR*), representando modulações aperiódicas consonantais e a estrutura harmônica periódica da vogal, respectivamente (KRAUS; ANDERSON; WHITE-SCHWOCH, 2017; ROCHA et al., 2010; RUSSO et al., 2004; SKOE; KRAUS, 2010).

Por compreender que ambas as porções compõem a resposta aos sons de fala que preveem a integridade de como o processamento auditivo da fala acontece de forma integrada, considera-se que PEATEf seja a designação mais genérica, didática e de melhor compreensão para utilizarmos no presente estudo em português brasileiro (COFFEY et al., 2017; KRAUS; ANDERSON; WHITE-SCHWOCH, 2017).

Evidências mostram que o PEATEf é gerado predominantemente do mesencéfalo auditivo e colículo inferior, um sítio de integração dos centros aferentes e eferentes altamente metabólica para os mecanismos biológico-cognitivos que participam diretamente na habilidade de percepção de fala (BIDELMAN, 2015; CHANDRASEKARAN; KRAUS, 2010; KRAUS; ANDERSON; WHITE-SCHWOCH, 2017; WHITE-SCHWOCH et al., 2017).

Respostas distintas entre os níveis de participação subcorticais e corticais foram anteriormente relatadas (CHANDRASEKARAN; KRAUS, 2010). Gabr e Hassaan (2015), por exemplo, verificaram que as respostas evocadas auditivas em usuários de IC colaboram para o processamento cortical da fala, haja vista que respostas alteradas corticalmente refletem em atrasos nas latências do PEATEf e vice-versa.

Portanto, o PEATEf reflete a complexa interação entre os mecanismos subcorticais auditivos e sistema auditivo central para o processamento neural de fala e como esse se articula

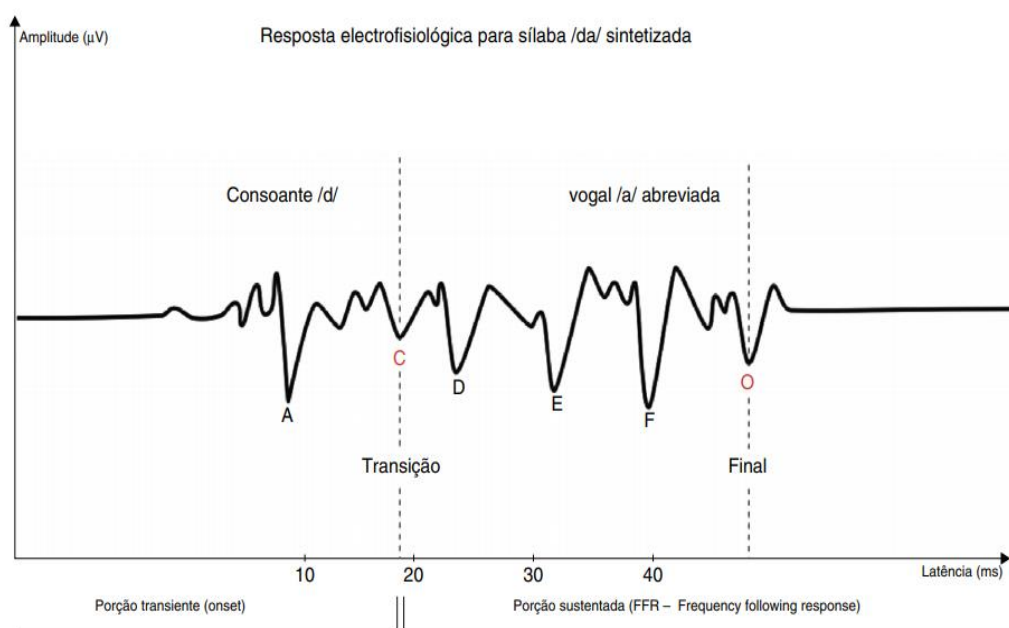
com os demais sentidos sensoriais (ANDERSON; KRAUS, 2010; KRIZMAN; KRAUS, 2019; MUSACCHIA; STRAIT; KRAUS, 2008)

Diferentes composições para estímulo de fala podem ser utilizados para aquisição do PEATEf, tais como, fonemas isolados, sílabas (/da/, /ba/ (AKHOUN et al., 2008; GROSE et al., 2016; RUSSO et al., 2004) ou sentenças (SLATER et al., 2015). Entretanto, a sílaba /da/, tem sido amplamente utilizada porque constitui-se uma sílaba universal presente na maior parte dos idiomas que permite investigar como a fala é codificada pelo sistema auditivo, sendo sensível às alterações no processamento da fala e aspectos temporais (HODGE et al., 2018; ROCHA et al., 2010).

O PEATEf eliciado por estímulo /da/ produz uma resposta em forma de onda com sete picos (V, A, C, D, E, F e O) e os seguintes componentes: As ondas V e A representam a codificação da consoante /d/, sendo V o único pico positivo; a onda C a região de transição (entre a consoante e a vogal); as ondas D, E e F o segmento periódico (ou FFR) de codificação a vogal /a/, além da codificação dos elementos da frequência fundamental e suas modulações; a onda O representa a resposta final (RUSSO et al., 2004; SANFINS et al., 2017; SKOE; KRAUS, 2010).

A figura 4 ilustra os componentes do traçado de uma resposta do PEATEf eliciado pelo estímulo /da/.

Figura 4 - Representação dos componentes do traçado da resposta eletrofisiológica do PEATEf eliciado por estímulo de fala /da/ (SANFINS et al., 2017)



Os marcos mais evidentes no traçado são o pico V que corresponde ao início do resposta que acontece entre 7 a 10 ms, as ondas D, E e F que ocorrem entre 22 a 39 ms e a onda O que ocorre cerca de 48 ms, todas elas ocorrem em um tempo determinado após o início do estímulo (KRIZMAN; KRAUS, 2019).

As características morfológicas do traçado do PEATEf são consideradas estáveis e confiáveis para medidas de teste-reteste (HORNICKEL; KNOWLES; KRAUS, 2012; SONG; NICOL; KRAUS, 2011). Mourad e colaboradores (2016), buscaram investigar parâmetros fidedignos para examinar o PEATEf em usuários de IC e conjecturaram que as repostas deste exame transcrevem fielmente o estímulo eliciador. Contudo, variações nos parâmetros de aquisição do PEATEf são recorrentes e podem inibir a aplicação clínica em usuários de IC (BINKHAMIS et al., 2019; SANFINS et al., 2018).

2.5.1.1 Parâmetros técnicos de aquisição do Potencial evocado auditivo de tronco encefálico eliciado por estímulo de fala

Os parâmetros de aquisição do PEATEf são cruciais para realização de uma medição eletrofisiológica coerente, de modo que a seleção de cada parâmetro individual possibilita além de uma captação dos registros adequados, inferências mais precisas sobre as vias auditivas (HALL, 2015; SKOE; KRAUS, 2010).

Modificações nos parâmetros de aquisição do PEATEf proporcionam respostas distintas (AKHOUN et al., 2008; BINKHAMIS et al., 2019; FÁVERO et al., 2007). Um estudo recente em indivíduos com audição normal (BINKHAMIS et al., 2019a), por exemplo, evidenciou que existe efeito dos parâmetros duração do estímulo, condição (silêncio e ruído) e tipo de estímulo de fala (/ba/, /da/ e /ga/) nas respostas do PEATEf, de modo com que estímulos de menor duração e com menos repetições (varreduras) exigem sessões de teste mais curtas.

Os principais parâmetros técnicos para a aquisição do PEATEf podem ser resumidos e categorizados em parâmetros de apresentação estímulo (transdutor e tipo de estimulação), parâmetros característicos do estímulo (tipo do estímulo, duração, intensidade, polaridade) e parâmetros de aquisição (montagem de eletrodos, filtros, replicabilidade, janela, impedância e critérios de rejeição de artefatos) (HALL, 2015; KRIZMAN; KRAUS, 2019; RUSSO et al., 2004; SKOE; KRAUS, 2010).

Os transdutores mais comumente utilizados nos registros clínicos dos PEAs são fones de ouvido supra auriculares, fones de ouvido de inserção e vibradores ou osciladores ósseos (HALL, 2015). Existe uma recomendação de se utilizar sempre que possível os fones de

inserções para aquisição do PEATEf, pois os fones supra auriculares aumentam as chances de interferências no exame (SKOE; KRAUS, 2010).

A coleta do PEATEf em campo livre também é uma opção viável, como demonstrado anteriormente (GAMA; PERETZ; LEHMANN, 2017). Isso abre várias possibilidades para examinar o processamento de fala em usuários de IC (GABR; HASSAAN, 2015; JAROLLAHI et al., 2020) e em outras populações (como usuários de aparelhos auditivos; LEITE et al., 2018) que não podem ser testadas com fones de inserção (HALL, 2015; SKOE; KRAUS, 2010).

A entrega das pistas acústicas em campo livre pode, contudo, variar sutilmente as latências devido movimentação da cabeça. Essa variação pode ser minimizada utilizando com estratégias de foco visual, como assistir um filme em baixa intensidade (SKOE; KRAUS, 2010).

Os tipos de estimulação disponíveis são: monaural na orelha esquerda ou direita ou binaural. A estimulação binaural produz respostas mais realísticas e robustas, pois reflete o processamento binaural que utilizamos no dia-a-dia, enquanto, a estimulação monaural pode ser utilizada estrategicamente em populações pediátricas que tem dificuldade de permanecer quietas para facilitar a coleta (SKOE; KRAUS, 2010).

Evidencia apoia que as respostas oriundas da estimulação da orelha esquerda e direita são semelhantes (AKHOUN et al., 2008), contudo, um estudo mostrou possível vantagem da orelha direita para os componentes do PEATEf relacionada pela projeção contralateral da orelha direita para o hemisfério esquerdo que processa ativamente os sons da fala (HORNICKEL; SKOE; KRAUS, 2009). A estimulação em campo livre monaural, contudo, em usuários de IC tem sido capaz de reproduzir com fidelidade as respostas no PEATEf (JAROLLAHI et al., 2020).

Diversos tipos de estímulo de fala podem ser empregados para investigação do processamento neural da fala, sendo as composições mais comuns as que incluem vogais únicas isoladas, tais como, /a/, /u/ e /i/ (AIKEN; PICTON, 2008; KRISHNAN, 2002) e consoantes, tais como, /da/, /ba/ (AKHOUN et al., 2008; GROSE et al., 2016; RUSSO et al., 2004) ou sentenças (SLATER et al., 2015).

A ampla utilização da sílaba /da/ nos estudos pode ser explicada por ser uma sílaba universal e complexa que provoca respostas claras e replicáveis (GABRIEL et al., 2018; SANFINS et al., 2018; SKOE; KRAUS, 2010). Pesquisas com usuários de IC (GABR; HASSAAN, 2015; JAROLLAHI et al., 2020) provavelmente a utilizaram por essa razão.

A duração do estímulo diz respeito ao intervalo entre o início e fim da estimulação acústica se relacionando aos componentes estruturais formantes da fala, sendo um parâmetro pouco descrito na literatura (SANFINS; SKARZYNSKI; COLELLA-SANTOS, 2017). A

duração do estímulo pode minimizar o tempo de coleta e maximizar a naturalidade da estimulação (SKOE; KRAUS, 2010). Tanto estímulos curtos, como longos refletem confiavelmente a codificação da fala no tronco cerebral (SONG et al., 2011).

Recomenda-se que para aquisição do PEATEf, a intensidade do estímulo deve ser mantida estável entre as gravações e em um nível acima do limiar auditivo, dentro da faixa de conversação (entre 60-85 dB SPL), uma vez que latências e amplitudes tendem a ser modificadas conforme alterações na intensidade em uma relação inversamente proporcional para as latências e diretamente para amplitudes (SKOE; KRAUS, 2010).

A polaridade do estímulo aponta para oscilação entre condensação e a rarefação das moléculas de ar que se manifestam como desvios positivos ou negativos (SKOE; KRAUS, 2010). A polaridade alternada têm sido amplamente utilizada no PEATEf em indivíduos NA (GABRIEL et al., 2018; SANFINS et al., 2018; SKOE; KRAUS, 2010) por minimizar artefatos e suprimir atividade do microfonismo coclear (GORGA; ABBAS; WORTHINGTON, 1985; HALL, 2015; SKOE; KRAUS, 2010).

A montagem de eletrodos do PEATEf se deriva da avaliação tradicional do PEAs, por meio do posicionamento eletroencefalográfico simples vertical (canal ativo: vértex; referência: mastóide ou lóbulo da orelha; terra: testa) para uma maior captação da atividade das estruturas periféricas do tronco cerebral (HALL, 2015; SKOE; KRAUS, 2010).

Essa montagem pode ser ajustada em usuários de IC, para que sejam minimizadas interferências no processo de aquisição. Por exemplo, o lóbulo da orelha pode se tornar o eletrodo referência (JAROLLAHI et al., 2020) ou ser mantido na mastóide (GABR; HASSAAN, 2015). Evidências apontam que o posicionamento dos eletrodos no couro cabeludo pode alterar a participação de diferentes sítios geradores (BIDELMAN, 2018; TICHKO; SKOE, 2017).

Os ajustes nos filtros de aquisição dos PEAs servem para eliminar frequências muito baixas e a alta atividade elétrica que está além do espectro da resposta esperada para o estímulo utilizado (HALL, 2015). Os pontos de cortes recomendados para o PEATEf em indivíduos normais são de 2000-3000 Hz e 30-100 Hz para corte passa-baixo e alto, respectivamente (SKOE; KRAUS, 2010).

A replicabilidade das respostas do PEATEf é determinada pela média do sinal registrado ou número total de varreduras ou (do inglês, *stimulus sweeps*) que se refere a quantidade de estímulos repetidos. É recomendável que se realize 2 ou mais submédias de 2000-3000 varreduras para obtenção de uma resposta robusta e confiável em indivíduos com (SKOE; KRAUS, 2010).

A janela de aquisição deve ser suficiente para visualização do período de linha de base, pré-estímulo, período de resposta e pós-estímulo. É recomendável estender um período 10 ms e 50 ms antes e após o estímulo para garantir que a resposta retorne à linha de base e que seja possível visualizar e coletar uma amostra adequada de dados (SKOE; KRAUS, 2010).

A Impedância pode ser compreendida como a resistência elétrica aos sinais neurofisiológicos captados durante a aquisição do PEATEf (HALL, 2015; PICTON, 2010). A impedância, nesse sentido, pode ser mantida abaixo de 5 quiloohm ($k\Omega$) e inter-eletrodos abaixo de 3 $k\Omega$ para melhorar a qualidade do sinal captado (SANFINS et al., 2016).

Os critérios de rejeição de artefatos se baseiam na remoção de possíveis contaminações no registro das respostas, seja ruído elétrico externo (pelo uso de filmes em cabine eletricamente blindada), artefato miogênico (por coleta passiva), microfonismo coclear (por fone de inserção com proteção eletromagnética) e artefato de estímulo (por fone de inserção com proteção eletromagnética). Uma rejeição da média no final do traçado de >20 microvolt (μV) pode ser aplicada diretamente para eliminar respostas que excedam a resposta neural esperada (SKOE; KRAUS, 2010).

O tipo de artefato mais preocupante nas gravações do PEATEf em usuários de IC é oriundo da interferência magnética e eletromagnética gerado pelo dispositivo ao processar o som e estimular as fibras do nervo auditivo, podendo contaminar os registros e dificultar sua interpretação (FRIESEN; PICTON, 2010; MC LAUGHLIN et al., 2013). Diversas técnicas foram desenvolvidas para minimizá-lo (FRIESEN; PICTON, 2010; GILLEY et al., 2006; HOFMANN; WOUTERS, 2010; MC LAUGHLIN et al., 2013), mas aplicadas aos PEAs de longa latência (PEALL) e não ao PEATEf.

Dentre elas, a análise de componentes independentes (ICA) tem sido sugerida como um método bem-sucedido para remoção de artefatos do IC nos PEALL (GILLEY et al., 2006; VIOLA et al., 2012). Contudo, a ICA requerer múltiplos canais e eletrodos para a aquisição dos PEAs que nem sempre estão disponíveis (MC LAUGHLIN et al., 2013) e uso de estímulos de fala com curta duração (abaixo de 23 ms) para que o artefato do IC não se sobreponha a resposta no tempo (GILLEY et al., 2006).

Desse forma, essa técnica pode não ser a melhor opção aplicável aos registros do PEATEf em usuários de IC, tendo em vista que a duração mínima prevista para aquisição do PEATEf com o estímulo /da/ se inicia a partir de 40 ms (SKOE; KRAUS, 2010). Além disso, a ocorrência da resposta é precoce em relação ao PEALL (WAGNER et al., 2018).

Uma descrição de um procedimento para remover artefatos de respostas corticais usando uma abordagem clinicamente viável de um eletrodo único foi descrita (MC LAUGHLIN et al.,

2013; PRESACCO et al., 2017). Essas descobertas ajudaram na compreensão de como o artefato do IC contribui para a variabilidade nos registros, bem como que é possível minimizar o artefato gerado pelo IC (GILLEY et al., 2006; HOFMANN; WOUTERS, 2010).

Um estudo recente (BINKHAMIS et al., 2019b) avaliou a viabilidade da aplicação de uma dessas técnicas (MC LAUGHLIN et al., 2013) que consiste na abordagem de canal único para a aquisição de PEATEf em 12 adultos usuários de IC. Eles concluíram que existe um potencial na aplicação para a abordagem, contudo, é necessária uma abordagem mais robusta e adaptativa à remoção de artefatos que inclua um método para verificar a veracidade das respostas devido à complexidade do artefato.

Em contrapartida, é notório que cada grupo de pesquisa ou laboratório têm escolhido os parâmetros de aquisição aplicados na investigação do PEATEf (AKHOUN et al., 2008; GABR; HASSAAN, 2015b; MOZAFFARILEGHA et al., 2018; STEEL et al., 2014). Esse fato é corroborado por duas revisões sistemáticas recentes (GABRIEL et al., 2018; SANFINS et al., 2018) que apontam que os parâmetros de aquisição mais utilizados para o PEATEf são heterogêneos, não existindo um consenso sobre um melhor protocolo de avaliação a ser utilizado.

Acrescido a isso, as revisões supracitadas não reportaram a população de estudo como uma variável a ser considerada, nem a qualidade metodológica dos estudos recuperados. Isso inibe a generalização e extrapolação desses parâmetros de aquisição para usuários de IC, já que a maior parte dos estudos foram feitos em indivíduos com audição normal, não sendo claro quais os mais frequentes e os melhores parâmetros a ser utilizados no PEATEf em usuários com IC.

Maiores considerações sobre os parâmetros de aquisição do PEATEf podem ser consultados na íntegra em estudos completos e abrangentes sobre a riqueza dos PEAs em indivíduos com audição normal (PICTON, 2010; SKOE; KRAUS, 2010).

2.5.1.2 Parâmetros técnicos gerais de análise do potencial evocado auditivo de tronco encefálico eliciado por estímulo de fala

Várias medidas e formas de análises estão disponíveis para avaliar detalhadamente o processamento neural da fala no PEATEf, tanto no domínio do tempo como no domínio da frequência (KRIZMAN; KRAUS, 2019), contudo, muitos estudos se limitam a análise das medidas das latências e amplitudes das ondas do PEATEf (ROCHA et al., 2010; RUSSO et al., 2004; SANFINS et al., 2017).

A análise isolada das latências e amplitudes pode não fornecer informações sobre a totalidade do processamento neural da fala. Um tutorial recente (KRIZMAN; KRAUS, 2019), sugeriu que o PEATEf deve ser investigado utilizando de múltiplas análises, para investigar minuciosamente com fidelidade os processos que envolvem a codificação da fala em suas informações temporais e espectrais (KRAUS; ANDERSON; WHITE-SCHWOCH, 2017; KRIZMAN; KRAUS, 2019; SKOE; KRAUS, 2010; THOMPSON et al., 2017).

As análises do PEATEf, portanto, se baseiam nos recursos gerais da resposta, como medidas de tempo (pico, autocorrelação e etc.), magnitude (valor eficaz, relação sinal-ruído e transformada rápida de Fourier) e fidelidade entre o estímulo e a resposta evocada (análises correlacionais e de consistência) (KRIZMAN; KRAUS, 2019).

O conjunto dessas análises complementam outras forma de avaliação da função auditiva no diagnóstico diferencial dos distúrbios auditivos e de linguagem em diferentes populações clínicas (CHANDRASEKARAN; KRAUS, 2010; COFFEY et al., 2017; GAMA; PERETZ; LEHMANN, 2017; KRAUS; ANDERSON; WHITE-SCHWOCH, 2017; KRIZMAN; KRAUS, 2019; YU; ZHANG, 2018)

3 METODOLOGIA

3.1 Delineamento do estudo e protocolo de registro

Trata-se de uma Revisão sistemática da literatura redigida conforme os itens dos checklists *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (Moher et al. 2009) (Anexo A) e *Meta-analysis of observational Studies in Epidemiology* (MOOSE) (STROUP et al., 2000) (Anexo B), registrada no *International PROSPERative Register Of systematic reviews* (PROSPERO) sob número CRD42020151073 (Anexo C).

3.2 Período de coleta

A coleta de dados foi realizada no período de setembro de 2019 a outubro de 2020.

3.3 Formulação da pergunta da pesquisa

A pergunta condutora da pesquisa foi construída utilizando o modelo PICO para estruturar a questão de investigação e orientar as estratégias de busca, seguindo os quatro componentes do seu acrônimo no inglês, no qual cada letra representa um aspecto relevante para tornar a questão bem definida: (P) – população ou contexto de interesse; (I) - a intervenção ou exposição a ser investigada; (C) – comparador ou controle para cada intervenção; e (O) resultado clínico de interesse (Thomas et al. 2019).

Sendo assim, esta revisão foi realizada com base na seguinte pergunta condutora: *“Usuários de implante coclear possuem distintas respostas evocadas auditiva de tronco encefálico eliciadas pelo estímulo de fala em comparação com indivíduos com audição normal, a despeito do protocolo de aquisição utilizado?”*

3.4 Critérios de elegibilidade

Foram considerados elegíveis estudos que avaliaram obrigatoriamente o PEATEf em usuários de IC ou os compararam a indivíduos com audição normal (ambos) que apresentaram a descrição de pelo menos um dos parâmetros individuais de aquisição utilizados nos protocolos de avaliação, listados abaixo:

- a. Transdutor;
- b. Características do estímulo de fala: Tipo, natureza, duração, intensidade e polaridade do estímulo de fala utilizado;
- c. Orelha estimulada;
- d. Montagem do eletrodo;
- e. Taxa de amostragem;
- f. Número total de varreduras;
- g. Filtragem;
- h. Janela de visualização
- i. Impedância e critérios de rejeição de artefatos

Foram excluídos da análise os estudos que reportaram síndromes neurológicas ou genéticas, malformações no tronco encefálico, distúrbios de linguagem ou audição e uso de fármacos com ação no sistema nervoso central, devido à interferência no PEATEf. Experimentos *in vitro*, *ex-vivo*, com modelos animais, revisões, editoriais, índices, notícias, notas, cartas, abreviações, apêndices, relatórios, livros e capítulos de livros foram excluídos.

3.5 Fontes de informação

As seguintes bases de dados eletrônicas foram consultadas como fontes primárias de informação: Medline via Pubmed, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) via Bireme, Scopus, Web of Science, ScienceDirect, Biblioteca Científica Eletrônica On-line (SciELO.org), Cochrane Library e Ovid Technologies.

Literatura cinzenta também foi averiguada por meio de Web Searching nas seguintes bases de dados que indexam este tipo de literatura: OAIster, openDOAR, OpenGrey, DissOnline.de, The New York Academy of Medicine and British Library Inside. Banco de teses e dissertações brasileiras também foram consultados (BDTD).

Anais e resumos de congressos (*Conference Proceedings*) foram pesquisados manualmente no portal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia que hospeda trabalhos do Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia realizados desde 2008 até 2016 (<http://sbfa.org.br/portal/pg.php?id=7&ttpg=Congressos&tpc=cinza>), 2017 (<http://sbfa.org.br/portal/anais2017/>), 2018 (<http://www.sbfa.org.br/portal/anais2018/>) até 2019 (<http://www.sbfa.org.br/fono2019/>); Encontro internacional de Audiologia (EIA) e Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial que hospedam trabalhos do

Congresso Brasileiro de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial (<https://www.aborlccf.org.br/secao.asp?s=207>)

A última atualização dos resultados da pesquisa foi realizada em 10 de outubro de 2020. Não foi realizado contato com autores para identificação de estudos ou informações adicionais.

3.6 Estratégia de busca eletrônica

A estratégia de busca foi elaborada utilizando os termos selecionados para a questão da pesquisa estruturada pelo modelo PICO, que inclui os descritores disponíveis em “Descritores em Ciências da Saúde” (DeCS) pela Biblioteca Virtual em Saúde (<http://decs.bvs.br/>) e *Medical Subject Headings* (MeSH) pela Medline-Pubmed (<https://www.nlm.nih.gov/mesh/meshhome.html>), bem como palavras-chaves relacionadas, (Quadro 1).

Quadro 1. Estruturação da pergunta da pesquisa, conforme o modelo PICO

Componentes do modelo PICO (acrônimo)	Termos selecionados		
	Descritores		Palavras-Chave
	MeSH	DeCS	
Paciente ou problema (P)	“Cochlear Implants”, “Cochlear Implantation”	“Implante Coclear”	“Implantação Coclear”, “Implantes Cocleares”
Intervenção ou exposição (I)	“Evoked Potentials, Auditory, Brain Stem”	“Potenciais Evocados Auditivos do Tronco Encefálico”	“Respostas Evocadas Auditivas do Tronco Encefálico”, “Frequency-Following Response”, “Auditory brainstem response to complex sounds”, “envelope-following response”, “speech-evoked auditory brainstem response”, “Speech-evoked ABR”, subcortical steady-state response
Comparação (C)		*	
Desfecho (O)		*	

Estes termos foram utilizados para busca nas bases de dados utilizando cruzamento entre os termos com os seguintes operadores booleanos: OR e AND. * Não aplicável para evitar restrições na recuperação das referências dos estudos e para tornar a pesquisa mais abrangente e sensível do que específica. MeSH, descritor de vocabulário controlado indexado no *Medical Subject Heading*; DeCS, descritor vocabular estruturado e multilingue controlado; PC, palavras-chave.

Para garantir que o maior número possível de estudos relevantes fosse incluído na revisão, o desenvolvimento das estratégias de pesquisa para os bancos de dados bibliográficos contou com um amplo conjunto de termos de pesquisa que foram reunidos para cada conceito e combinados com os operadores booleanos “AND” e “OR”.

Assim, foram incorporados além dos termos selecionados (Quadro 1), “*Entry Terms*” e outros termos livre, considerando variantes na ortografia, sinônimos, acrônimos, e aspectos semânticos e sintáticos, quando aplicável, para maximizar a abrangência (ou sensibilidade) dos estudos recuperados com precisão razoável, conforme recomendações (LEFEBVRE et al., 2019).

A cadeia de busca foi adaptada para cada base de dados e utilizou-se de testagens prévias com referência sentinela para verificar se tal estratégia é sensível o suficiente para se identificar a referência potencialmente elegível. O apêndice A elenca as estratégias completas de busca eletrônica construídas para cada base de dados, a primeira data da busca realizada na etapa de identificação das referências e a quantidade de referências inicialmente recuperadas.

3.7 Seleção dos estudos

O processo de seleção dos estudos ocorreu de forma pareada, independente e mascarada em quatro etapas, seguindo o diagrama do fluxo de itens de relatórios preferenciais para análises sistemáticas e meta-análises (PRISMA) (Moher et al. 2009) que inclui as etapas de identificação, triagem, confirmação da elegibilidade, e inclusão do estudos (Figura 1).

Na etapa inicial, foram identificadas todas as referências recuperadas na busca eletrônica nas bases de dados e literatura cinzenta por meio de consulta independente entre dois revisores, adotando-se estratégia de buscas adaptadas para cada base. O software *Mendeley* (<https://www.mendeley.com/>) foi utilizado para gerenciar, armazenar, analisar e remover as referências duplicadas.

Na etapa de triagem, foi realizada a leitura do título e do resumo para descartar estudos que não atendem aos critérios de seleção pré-estabelecidos e manter estudos possivelmente elegíveis. Dois revisores conduziram essa etapa e quaisquer discordâncias foram resolvidas por consenso.

Na etapa de elegibilidade, foi realizada a leitura completa do manuscrito para verificar se as referências selecionadas atendiam à questão de pesquisa e critérios de elegibilidade estabelecidos. Portanto, era necessário que o foco fosse a avaliação do PEATEf em usuários de IC ou comparação com indivíduos com audição normal.

O texto completo foi avaliado de forma pareada e mascarada por dois revisores independentes. Desacordos sobre o julgamento, foram resolvidos por meio de discussão com um terceiro revisor com experiência em diagnóstico auditivo eletrofisiológico em usuários de IC.

Na etapa de inclusão dos estudos, foram incorporados todos os estudos que atenderam as etapas anteriores para análise dos seguintes dados de interesse: identificação do estudo (referência bibliográfica completa, ano de publicação, país), desenho do estudo, características demográficas dos participantes, protocolo para aquisição do exame e seus principais achados.

As primeiras 1405 referências (20% do total obtido) foram revisadas independentemente por dois avaliadores. Discordâncias foram resolvidas por consenso. Posteriormente, mais 100 referências foram analisadas e obteve-se concordância inicial entre avaliadores de 94,9% pelo Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI). Ambos revisaram o restante das referências, atingindo confiabilidade final superior a 99%, indicando excelente reprodutibilidade entre avaliadores na recuperação dos estudos pelo CCI (APÊNDICE B).

3.8 Extração de dados

A extração de dados foi realizada de forma independente, com dupla codificação das informações de interesse mencionadas anteriormente. As discordâncias foram resolvidas através de discussões sobre os pontos de desacordo com a arbitragem de um terceiro pesquisador com experiência em diagnóstico auditivo eletrofisiológico em usuários de IC.

Um formulário eletrônico foi elaborado (APÊNDICE C) por meio do *Google Forms* (<https://docs.google.com/forms/u/0/>) para essa finalidade, o qual foi dividido em seis seções, conforme disponibilidade das seguintes informações pelos estudos:

- Sessão 1: Referência completa para identificação geral do estudo;
- Sessão 2: Informações sobre o método: desenho do estudo, população e comparadores do estudo, bem como características da amostra;
- Sessão 3: Protocolo de aquisição: Informações sobre os parâmetros de avaliação utilizados em cada estudo (incluindo, transdutor e seu posicionamento, características do estímulo de fala utilizado - duração, intensidade e polaridade, orelha estimulada, montagem dos eletrodos, taxa de amostragem, número de varreduras, filtragem, janela de visualização, impedância e critérios de rejeição de artefatos;

- Sessão 4: Informações sobre análise das respostas do PEATEf e análise estatística;
- Sessão 5: Informações sobre os resultados do exame (ou desfechos: latências, amplitudes, slope, área das ondas ou outras formas de mensuração obtidas);
- Sessão 6: Informações sobre as conclusões principais dos estudos e/ou observações adicionais.

Este formulário foi previamente testado, pelos dois revisores, a fim de familiarização com o instrumento, bem como realizar ajustes antes de sua aplicação. Após a extração, os dados foram agrupados em tabelas para facilitar a sumarização e comparação entre os estudos.

3.9 Avaliação do risco do viés em cada estudo

A qualidade metodológica de cada estudo foi por dois pesquisadores independentemente, utilizando a Escala de *Newcastle-Ottawa* (NOS), adaptada para estudos observacionais transversais (Modesti et al. 2016) que contemplam as seguintes seções de investigação do risco de viés: seleção, comparabilidade e resultados nos seguintes itens: (1) representatividade da amostra; (2) tamanho da amostra; (3) não-respondentes; (4) verificação da exposição (fator de risco); (5) comparabilidade de sujeitos em diferentes grupos de resultados com base no desenho ou análise (controle dos fatores de confusão); (6) avaliação do resultado e (7) testes estatísticos.

A NOS utiliza um sistema estelar para pontuar os estudos, considerando critérios específicos. Estudos observacionais transversais podem pontuar no máximo cinco estrelas para os critérios de seleção, duas estrelas para os critérios de comparabilidade e três estrelas para os critérios de resultado, totalizando um máximo de nove estrelas (Modesti et al. 2016). Para classificar os estudos transversais incluídos e determinar a validade interna, validade externa dos estudos e o risco de viés, utilizamos critérios previamente definidos na literatura que consideram pontuações de 0-4 como qualidade baixa, 5-6 qualidade moderada e ≥ 7 qualidade alta (Wang et al. 2017).

3.10 Análise sumária e interpretação dos dados

As informações coletadas a partir dos estudos incluídos nessa revisão foram analisadas e caracterizadas de forma qualitativa e quantitativa utilizando medidas descritivas para média,

desvio padrão, valores absolutos e relativos de frequência, bem como resumidos de forma tabular para permitir a melhor visualização e comparação entre os estudos.

A realização da meta-análise esteve sujeita a disponibilidade de dados passíveis de serem agregados e comparáveis, conforme grupos de usuários de IC (de investigação) e indivíduos com audição normal (controle).

Devido à existência de dados subgrupados e categorizados no mesmo grupo de investigação e à variação substancial nos parâmetros de aquisição e análise para avaliação do PEATEf, conferindo heterogeneidade pela diversidade clínica e metodológica, não foi possível realizar uma meta-análise. Além disso, apenas um estudo recuperado realizou a comparação prevista.

4 RESULTADOS

Os resultados deste estudo possibilitaram a elaboração de um artigo científico original intitulado “Parâmetros e desfechos do potencial evocado auditivo de tronco encefálico eliciado por estímulo de fala em usuários de implante coclear comparado à indivíduos com audição normal: uma revisão sistemática” que será submetido ao periódico *Hearing Research* (ANEXO A).

4.1 Artigo original – Parâmetros e desfechos do potencial evocado auditivo de tronco encefálico eliciado por estímulo de fala em usuários de implante coclear comparado à indivíduos com audição normal: uma revisão sistemática

INTRODUÇÃO

Um dos recursos utilizados na reabilitação da perda auditiva (PA), distúrbio auditivo que mais acomete a população mundial (Vos et al., 2016; Wilson et al., 2017), é o implante coclear (IC). Os avanços nas tecnologias do IC possibilitaram o acesso ao mundo sonoro e consequentemente a percepção da fala para aquisição da oralidade (Hopkins, 2015; Macherey and Carlyon, 2014; Roche and Hansen, 2015; Yawn et al., 2015).

Contudo, variabilidade no desempenho auditivo e linguístico entre os usuários de IC em comparação à indivíduos com audição normal tem sido frequentemente relatada (Dunn et al., 2014; Lund, 2016; Oliveira et al., 2015). Isso inclui a interação de múltiplos fatores envolvendo caracterização individual (Schwab et al. 2015), PA (Litovsky & Gordon 2016) e características do IC (Plant et al. 2016) que resulta no processamento auditivo distinto entre tais indivíduos.

Embora, a origem exata dessa variabilidade não seja totalmente definida (Moberly et al., 2016). Testes comportamentais são usualmente utilizados para quantificá-la por ser uma abordagem viável e completa para investigação auditiva (Cordeiro et al., 2020; Eisenberg et al., 2006; Giusti, 2014). Porém, como requerem uma resposta voluntária, sua aplicação em populações de novos usuários de IC e/ou crianças pequenas sem linguagem oral estabelecida tende a ser limitada (Erdem and Ciprut, 2019).

A utilização de testes objetivos torna-se, portanto, uma alternativa para esses casos. Dentre eles, o Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico eliciado por estímulo de fala (PEATEf) fornece informações importantes sobre os mecanismos neurais subjacentes ao

processamento auditivo central (Hall, 2015; Picton, 2010), incluindo a codificação da fala nas vias auditivas subcorticais e corticais (Kraus et al., 2016; Skoe and Kraus, 2010).

O PEATEf é um exame eletrofisiológico não invasivo que mensura a codificação neural da fala pela atividade síncrona dos neurônios nas vias auditivas, especialmente a atividade no tronco encefálico, um centro integrador importante para linguagem e audição. Possui boa reprodutibilidade (Legatt, 2015; Matas and Magliaro, 2015), confiabilidade teste-reteste (Hornickel et al., 2012), sensibilidade, especificidade (Rocha-Muniz et al., 2014) e precisão na captação das propriedades espectrais e temporais da fala (Anderson et al., 2013; Hornickel et al., 2012; Russo et al., 2004; Song et al., 2006).

Evidências crescentes demonstraram que o PEATEf fornece informações complementares que auxiliam na identificação de transtornos do processamento auditivo (Hornickel and Kraus, 2011; Rocha-Muniz et al., 2014), alterações no processamento de fala (Anderson et al., 2013; Russo et al., 2004) e linguagem (El-Beltagy et al., 2019; Gabr and Darwish, 2016).

Contudo, a utilização do PEATEf em usuários de IC ainda aparenta ser incomum (Gabr and Hassaan, 2015; Jarollahi et al., 2020). Isso pode ser atribuído ao desafio potencial associado à aquisição do PEATEf pela interferência eletromagnética gerada pelo IC que pode contaminar os registros e dificultar a interpretação dos resultados (BinKhamis et al., 2019b; Mc Laughlin et al., 2013).

O registro adequado do PEATEf depende dos parâmetros de aquisição utilizados nos protocolos de investigação, os quais devem conter critérios para minimização de artefatos, independente da sua natureza (Kraus et al., 2017; Krizman & Kraus, 2019; Skoe & Kraus, 2010). Porém, nem sempre eles são relatados nos estudos com usuários de IC (Takwa A. Gabr & Hassaan, 2015; Jarollahi et al., 2020). Esse cenário é desafiador, visto que podem alterar os resultados do PEATEf (BinKhamis et al., 2019b).

A existência de um protocolo validado para aquisição do PEATEf em usuários de IC é desconhecido. Além disso, não está claro se existem diferenças entre as respostas do PEATEf de usuários de IC quando comparados a indivíduos com audição normal. Esse fato limita identificar inconsistências e fragilidades nos estudos disponíveis para minimizá-los no futuro.

Portanto, esta revisão sistemática teve como objetivo caracterizar os parâmetros de aquisição, análise e resultados do PEATEf em usuários de IC em comparação à indivíduos com audição normal. Presume-se que o conhecimento produzido auxiliará no entendimento da viabilidade do PEATEf em usuários de IC para diagnóstico, intervenção e monitoramento do desenvolvimento da fala, agregando na explicação da variabilidade no desempenho auditivo e linguístico desta população.

MATERIAIS E MÉTODO

Protocolo e registro

Trata-se de uma Revisão sistemática da literatura de estudos observacionais redigida de acordo com os itens dos checklists *Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (Moher et al. 2009) (Anexo A) e *The Meta-analysis of observational Studies in Epidemiology* (MOOSE) (Stroup et al. 2000) (Anexo B), registrada no *International Prospective Register of systematic reviews* (PROSPERO) sob número CRD42020151073 (Anexo C).

Pergunta da revisão

Para a realização deste estudo utilizou-se a seguinte questão norteadora: “*Usuários de IC possuem respostas evocadas auditiva de tronco encefálico eliciadas pelo estímulo de fala distintas em comparação com indivíduos com audição normal, a despeito do protocolo de avaliação utilizado?*”

Critérios de elegibilidade

Foram selecionados estudos que investigaram o PEATEf em usuários de IC e aqueles que compararam usuários de IC e indivíduos com audição normal, desde que descreveram no mínimo um dos seguintes parâmetros de aquisição: transdutor, características do estímulo de fala (tipo, duração, intensidade e polaridade), orelha estimulada, montagem do eletrodo, taxa de apresentação do estímulo, reprodutibilidade, filtros, impedância e rejeição de artefatos. Não houve restrição quanto ao ano e idioma de publicação.

Foram excluídos estudos que reportaram síndromes neurológicas ou genéticas, malformações no tronco encefálico, distúrbios de linguagem ou audição e uso de fármacos com ação no sistema nervoso central, devido à interferência no PEATEf. Experimentos in vitro, ex-vivo, com modelos animais, revisões, editoriais, índices, notícias, notas, cartas, abreviações, apêndices, relatórios, livros e capítulos de livros foram excluídos.

Fontes de informação

As bases de dados eletrônicas incluídas como fontes de informação primária foram: Medline via Pubmed, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) via Bireme, Scopus, Web of Science, ScienceDirect, Biblioteca Científica Eletrônica On-line (SciELO.org), Cochrane Library e Ovid Technologies. Literatura cinzenta também foi pesquisada nas seguintes bases que indexam este tipo de literatura: OAIster, openDOAR, OpenGrey, DissOnline.de, The New York Academy of Medicine and British Library Inside.

Banco de teses e dissertações brasileiras também foi consultada (BDTD) para recuperar estudos locais relevantes.

Anais e resumos de congressos (conference Proceedings) foram pesquisados manualmente no portal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia que hospeda trabalhos do Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia realizados desde 2008 até 2016 (<http://sbfa.org.br/portal/pg.php?id=7&ttpg=Congressos&tpc=cinza>), 2017 (<http://sbfa.org.br/portal/anais2017/>), 2018 (<http://www.sbfa.org.br/portal/anais2018/>) até 2019 (<http://www.sbfa.org.br/fono2019/>); Encontro internacional de Audiologia (EIA) e Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial que hospedam trabalhos do Congresso Brasileiro de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial (<https://www.aborlccf.org.br/secao.asp?s=207>).

A última atualização dos resultados da pesquisa foi feita em 10 de outubro de 2020.

Estratégia de busca eletrônica

A estratégia de busca incluiu descritores, termos de linguagem natural e sugeridos pelas interfaces. Estes foram: “Cochlear Implants”; “Cochlear Implantation”; “Evoked Potentials, Auditory, Brain Stem”; “Implante Coclear”; “Potenciais Evocados Auditivos do Tronco Encefálico”; “Implantação Coclear”; “Implantes Cocleares”; “Respostas Evocadas Auditivas do Tronco Encefálico”; “Frequency-Following Response”; “Auditory brainstem response to complex sounds”; “envelope-following response”; “speech-evoked auditory brainstem response”; “Speech-evoked ABR”; subcortical steady-state response.

Nenhum limitador para comparador e desfecho foi aplicado para garantir a recuperação do maior número possível de estudos relevantes. Foram combinados os operadores booleanos e incorporados outros vocábulos, quando disponível, considerando variantes na ortografia, sinônimos, e aspectos semânticos e sintáticos para maximizar a abrangência (ou sensibilidade) garantindo uma precisão razoável (Lefebvre et al., 2019).

Portanto, a cadeia de busca foi adaptada para cada base de dados em combinação com filtros e termos que contemplam a questão formulada para esta revisão. Testagens prévias com referência sentinela foram realizadas para garantir a sensibilidade da estratégia de busca. O Apêndice A apresenta as cadeias de busca adaptadas a cada base de dados para a primeira data de busca eletrônica realizada.

Seleção dos estudos

O processo de seleção dos estudos ocorreu em quatro etapas, seguindo o diagrama de fluxo de itens de relatórios preferenciais para análises sistemáticas e meta-análises (PRISMA) (Moher et al. 2009) de: identificação, triagem, elegibilidade e inclusão.

Na etapa de identificação, foram identificados os estudos apropriados por meio de consulta independente entre dois revisores nas bases de dados, adotando estratégia de buscas adaptadas para cada base (Apêndice A). O gerenciador de referências Mendeley foi utilizado para gerenciar, armazenar e compartilhar os estudos encontrados e para remover duplicatas.

Na etapa de triagem, foi realizada a triagem pela leitura do título e resumo para descartar estudos que não atendam aos critérios de seleção pré-estabelecidos e manter estudos possivelmente elegíveis. Dois revisores conduziram essa etapa e quaisquer discordâncias foram resolvidas por consenso.

Na etapa de elegibilidade, foram decididos, pela leitura do texto completo, quais estudos selecionados correspondiam à questão de pesquisa do presente estudo. Portanto, era necessário que o foco fosse a aquisição do PEATEf em usuários de IC ou a comparação entre usuários de IC e indivíduos com audição normal. O texto completo foi avaliado de forma pareada e mascarada por dois revisores independentes. Desacordos sobre o julgamento, foram resolvidos por meio de discussão com um terceiro revisor com experiência em diagnóstico auditivo eletrofisiológico em usuários de IC.

No estágio de inclusão, foram agregados os estudos que atenderam todas as etapas anteriores, para posterior extração de dados. As primeiras 1405 referências (20% do total obtido) foram revisadas independentemente por dois avaliadores. Discordâncias foram resolvidas por consenso. Posteriormente, mais 100 referências foram analisadas e obteve-se concordância inicial entre avaliadores de 94,9%. Ambos revisaram o restante das referências, atingindo confiabilidade final superior a 99%, indicando calibração excelente na recuperação dos estudos (APÊNDICE B).

Extração de dados

A extração de dados foi realizada de forma independente com dupla codificação das informações. Um formulário eletrônico foi elaborado previamente e adaptado conforme disponibilidade dos dados nos estudos e discussões para diminuir incertezas sobre os itens a serem incluídos (APÊNDICE C).

Os itens coletados foram: identificação (autores, ano do estudo, local), desenho do estudo, características amostrais (população e comparadores, tamanho da amostra, faixa etária e sexo), potenciais variáveis de confusão (incluindo individuais, aspectos sobre a PA e características do IC), protocolo de aquisição e análise do PEATEf e resultados do PEATEf.

As discordâncias foram resolvidas através de discussões sobre os pontos de desacordo, com a arbitragem de um terceiro pesquisador experiente em diagnóstico auditivo eletrofisiológico em usuários de IC.

Qualidade metodológica

A qualidade metodológica de cada estudo foi analisada por dois pesquisadores independentemente, utilizando a Escala de Newcastle-Ottawa (NOS), adaptada para estudos observacionais transversais (Modesti et al. 2016), que contemplam as seguintes seções de investigação do risco de viés: seleção, comparabilidade e resultados, para os seguintes itens: (1) representatividade da amostra; (2) tamanho da amostra; (3) não-respondentes; (4) apuração da exposição (fator de risco); (5) comparabilidade de sujeitos em diferentes grupos de resultados com base no desenho ou análise (controle dos fatores de confusão); (6) avaliação do resultado e (7) testes estatísticos.

A NOS utiliza um sistema estelar para pontuar os estudos, considerando critérios específicos. Estudos observacionais transversais podem pontuar, no máximo, cinco estrelas para os critérios de seleção, duas estrelas para os critérios de comparabilidade e três estrelas para os critérios de resultado, totalizando de nove estrelas (Modesti et al. 2016). Para classificar os estudos transversais incluídos e determinar a validade interna, validade externa dos estudos e o risco de viés, utilizamos critérios previamente definidos na literatura que consideram pontuações de 0-4 como qualidade baixa, 5-6 qualidade moderada e ≥ 7 qualidade alta (Wang et al. 2017).

Métodos estatísticos

Os dados extraídos dos estudos incluídos na revisão sistemática foram analisados e caracterizados de forma qualitativa e quantitativa por meio de medidas descritivas de média, desvio padrão, valores absolutos e relativos de frequência, bem como apresentados em formato tabular e síntese narrativa.

Não foi possível realizar uma meta-análise devido insuficiência de dados comparáveis (apenas um estudo comparou usuários de IC e indivíduos com audição normal), existência de subgrupos da mesma população-alvo (usuários de IC), coexistência de possíveis variáveis de confusão e variações nas medidas de aquisição e análise do PEATEf.

RESULTADOS

Seleção dos estudos

No total, foram identificados 7401 artigos. Os artigos identificados através da busca sistemática nas bases de dados representaram 87,5% (n= 6480 artigos) e registros de outras fontes, incluindo literatura cinzenta e busca manual, corresponderam a 12,4% (n= 921 artigos) dos resultados iniciais. A etapa de triagem iniciou-se com 6.007 artigos após remoção das duplicidades. Na triagem pelo título e resumo, 6.000 artigos foram excluídos por: *in vitro*, *ex vivo* ou modelos animais (980), revisões, editoriais, índices, notícias, notas, cartas, abreviações, apêndices, relatórios, livros e capítulos (842), síndromes neurológicas ou genéticas (433), distúrbios de linguagem ou auditivos (554), abordar outros tipos de exames (2450), possuir apenas indivíduos com audição normal (104) e investigar outros dispositivos (637).

Após triagem do título e resumo, sete artigos permaneceram para leitura na íntegra. Na etapa de elegibilidade, foi excluído um estudo que não atendeu aos critérios de inclusão por falta de avaliação e resultados para a orelha implantada, resultando em seis estudos incluídos nesta revisão sistemática para extração de dados (Fig. 1).

Características dos estudos

As características dos seis estudos incluídos na revisão são apresentadas na Tabela 1 que fornece informações sobre a identificação geral do estudo (autor, ano e local), distribuição amostral, tamanho da amostra, sexo, faixa-etária e média de idade.

Os estudos incluídos na revisão foram produzidos entre os anos de 2015 e 2020. Do total, quatro estudos (Gabr and Hassaan, 2015; Gabr and Serag, 2018; Mourad et al., 2016; Rahman et al., 2017) foram produzidos no Egito, um no Reino Unido (BinKhamis et al., 2019b) e outro no Irã (Jarollahi et al., 2020).

Todos os estudos foram classificados com desenho transversais. Apenas um (Jarollahi et al., 2020) teve como grupo comparador a população crianças com audição normal. A distribuição da amostra variou por grupos categorizados que seguiram as questões originárias de cada pesquisa primária.

Em relação as questões de cada pesquisa, três estudos (Gabr and Hassaan, 2015; Gabr and Serag, 2018; Rahman et al., 2017) examinaram o processamento de fala a nível de tronco encefálico e a nível cortical em crianças usuárias de IC. Um estudo (Mourad et al., 2016) estabeleceu parâmetros para mensuração e reprodutibilidade do PEATEf em usuários de IC. Outro estudo (BinKhamis et al., 2019b) investigou a viabilidade do PEATEf e a capacidade de remover o artefato do IC usando uma abordagem de canal único de aquisição. E, outro trabalho (Jarollahi et al., 2020) examinou o PEATEf em campo livre de usuários de IC e comparou com crianças com audição normal.

O tamanho amostral variou de 10 (Mourad et al., 2016) a 40 participantes usuários de IC (Gabr and Serag, 2018). Quatro estudos (BinKhamis et al., 2019b; Gabr and Hassaan, 2015; Jarollahi et al., 2020; Mourad et al., 2016) descreveram o sexo da população e incluíram homens e mulheres. O intervalo de idade e média de idade variou entre dois anos (Gabr and Hassaan, 2015) a 60 anos (BinKhamis et al., 2019b). Cinco estudos (Gabr and Hassaan, 2015; Gabr and Serag, 2018; Jarollahi et al., 2020; Mourad et al., 2016; Rahman et al., 2017) foram conduzidos na população pediátrica.

Variáveis reportadas nos estudos

A Tabela 2 fornece uma visão geral das variáveis relatadas em cada estudo. São apresentados os valores absolutos de ocorrência das variáveis de acordo com o número de participantes caracterizado por cada estudo. Além disso, é apresentado o valor absoluto e relativo de artigos que descreveram tais variáveis, bem como relatado o efeito possível das variáveis nas respostas do PEATEf. Não houve dados suficientes disponíveis para distinguir o efeito das variáveis reportadas nos estudos no resultado do PEATEf, considerando a comparação de usuários de IC e indivíduos com audição normal.

O momento de estabelecimento da PA foi a única variável reportada em todos os seis estudos. As variáveis menos reportadas foram: etiologia da PA (Gabr and Serag, 2018; Jarollahi et al., 2020; Mourad et al., 2016; Rahman et al., 2017), duração da PA antes do IC (Gabr and Serag, 2018; Jarollahi et al., 2020; Mourad et al., 2016; Rahman et al., 2017) e média de eletrodos ativos e inativos (Gabr and Hassaan, 2015; Gabr and Serag, 2018; Jarollahi et al., 2020; Rahman et al., 2017), correspondendo ao total de quatro estudos.

O efeito das variáveis reportadas no PEATEf de usuários de IC foi relatado direta ou indiretamente apenas em três estudos (BinKhamis et al., 2019b; Gabr and Serag, 2018; Rahman et al., 2017). A idade média de recebimento do IC foi correlacionada positivamente com as amplitudes do complexo VA, área VA e slope VA (Gabr and Serag, 2018). O tempo de uso médio do IC em anos tendenciou diminuir as latências das ondas V, A, O e C e a aumentar a amplitude (Rahman et al., 2017).

O tipo de IC e a estratégia de processamento de fala do dispositivo foram associadas às modificações nas amplitudes das ondas com artefatos de baixa e alta frequência, de maneira que aumento de amplitude das ondas ocorreu concomitante a artefatos de alta frequência e uma relação irregular foi constatada para os artefatos de baixa frequência (BinKhamis et al., 2019b).

Parâmetros de aquisição do PEATEf em usuários de IC

A Tabela 3 fornece uma descrição dos parâmetros de aquisição do PEATEf utilizados nos estudos. Variações nos parâmetros de aquisição do PEATEf de usuários de IC foram frequentes, exceto para o transdutor, tipo de estímulo, modo de estimulação e polaridade do estímulo que foram concordantes entre eles. Todas as gravações foram realizadas via alto-falantes utilizando o estímulo de fala /da/ com polaridade alternada por estimulação monoaural no lado da orelha com IC.

O posicionamento do alto-falante mais utilizado foi de 45° azimute em quatro estudos (BinKhamis et al., 2019b; Gabr and Hassaan, 2015; Gabr and Serag, 2018; Jarollahi et al., 2020), contudo, entre tais estudos houve uma variação na distância do alto-falante em relação ao participante de 50 cm (Gabr and Hassaan, 2015) a 1,1 metros (BinKhamis et al., 2019b).

Em relação as características do estímulo de fala, quatro estudos (BinKhamis et al., 2019b; Jarollahi et al., 2020; Mourad et al., 2016; Rahman et al., 2017) utilizaram o estímulo /da/ com 40 milissegundos (*ms*) de duração. Três estudos (Gabr and Hassaan, 2015; Gabr and Serag, 2018; Mourad et al., 2016) o apresentaram na intensidade de 70 dBHL.

O PEATEf foi gravado utilizando eletrodos positivos, referência e terra fixados, respectivamente, nas regiões da parte superior da fronte (Fz), mastoides (M1 e M2) e testa (Fpz) em dois estudos (Gabr and Hassaan, 2015; Gabr and Serag, 2018). Dois estudos (BinKhamis et al., 2019b; Jarollahi et al., 2020) usaram outra possibilidade de configuração: vértex (Cz), lóbulos das orelhas (A1 e A2) e testa (Fpz).

Os valores da taxa de apresentação do estímulo mais frequentes foram 9.1 (BinKhamis et al., 2019b; Jarollahi et al., 2020) e 11.1 (Gabr and Hassaan, 2015; Gabr and Serag, 2018) em dois estudos para cada valor. O número total de varreduras variou entre 1.000 (Mourad et al., 2016) a 10.000 (BinKhamis et al., 2019b) estímulos. Dois estudos (Jarollahi et al., 2020; Mourad et al., 2016) utilizaram janela de visualização de 60 ms e outros dois (Gabr and Hassaan, 2015; Gabr and Serag, 2018) de 75 ms.

Filtros passa-alto de 100Hz e passa-baixo 2000 Hz foram selecionados em dois estudos (Jarollahi et al., 2020; Rahman et al., 2017). A impedância dos eletrodos foi mantida abaixo de 3 quiloohm ($k\Omega$) (BinKhamis et al., 2019b; Mourad et al., 2016) e $<5 k\Omega$ (Jarollahi et al., 2020; Rahman et al., 2017) em dois estudos para cada valor.

Apenas um estudo (Rahman et al., 2017) adotou critério de rejeição de artefato para minimizar interferências miogênicas. Dois estudos mencionaram estratégias para diminuir o artefato do IC, a saber, uma abordagem de aquisição com canal único (BinKhamis et al., 2019b) e uso de jumper de eletrodo (Rahman et al., 2017).

Medidas de análise do PEATEf em usuários de IC

Latência e amplitude de pico foi o método de análise predominante nos seis estudos incluídos na revisão. Eles utilizaram valores médios absolutos das latências e amplitudes das ondas V, A, C, D, E, F e O (BinKhamis et al., 2019b; Gabr and Hassaan, 2015; Jarollahi et al., 2020; Mourad et al., 2016; Rahman et al., 2017), bem como duração, slope e área do complexo VA (Gabr and Serag, 2018)(Tabela 4).

Apenas um estudo (Jarollahi et al., 2020) utilizou a Análise de Fourier para examinar a representação do domínio específico da frequência por meio das medidas espectrais de frequência fundamental (F0), primeiro formante (F1) e altas frequências (HF). Dois estudos (Jarollahi et al., 2020; Mourad et al., 2016), em contrapartida, analisaram o valor eficaz da amplitude (RMS) e correlação cruzada entre o estímulo e as respostas do PEATEf.

Resultados do PEATEf em usuários de IC

Os resultados quantitativos apresentados pelos estudos analisados são apresentados na tabela 5. Devido a diversidade clínica e metodológica somada à disponibilidade limitada de amostra comparável e existência de subgrupos categorizados da mesma população (usuários de IC) que atribui heterogeneidade aos achados, não foi possível realizar análise estatística dos resultados do PEATEf entre os estudos.

Quanto aos valores de latência das ondas, observa-se que independentemente dos grupos categorizados originalmente pelos estudos, os resultados foram superiores quando comparados aos dados estabelecidos pela literatura com grupos de desenvolvimento típico, tanto para população pediátrica (Russo et al., 2004; Sanfins et al., 2016) e a população adulta (Vander Werff and Burns, 2011) incluída pelos estudos. Esse atraso pode indicar comprometimento na codificação da fala em usuários de IC.

Em contraste, os valores de amplitude das ondas foram inferiores, independentemente dos grupos categorizados originalmente pelos estudos, quando comparado aos dados da literatura com grupos de desenvolvimento típico para população pediátrica (Russo et al., 2004; Sanfins et al., 2016) e a população adulta (Vander Werff and Burns, 2011), podendo indicar maior dificuldade temporal de perceber a fala pela menor ativação neural nas vias auditivas ao logo do tempo.

Em relação aos valores de slope, área, duração e amplitude do complexo VA, observa-se maiores valores do que os resultados estabelecidos pela literatura, tanto para população pediátrica (Russo et al., 2004; Sanfins et al., 2016) como adulta (Vander Werff and Burns, 2011), independente dos grupos categorizados originalmente pelos estudos. Isso pode refletir uma dessincronia neural para codificação da fala em usuários de IC.

Enquanto, para as medidas espectrais (HF, F0 e F1), os valores foram menores do que os reportados pela literatura (Russo et al., 2004). Esse dado pode indicar déficits na percepção dos aspectos prosódicos e fonéticos da fala. Em conjunto tais resultados concordam com o estudo (Jarollahi et al., 2020) que comparou crianças usuárias de IC e crianças com audição normal que aponta déficit possível de codificação neural de fala no domínio temporal e espectral em usuários de IC.

Além disso, ressalta-se que a ocorrência de altos desvios-padrões observados em algumas medidas dos estudos, como para as latências de todas as ondas no estudo (Gabr and Hassaan, 2015)(Tabela 5), por exemplo, indicam grande variabilidade nas respostas e apontam para dificuldade de generalização dos achados em uma população maior.

Qualidade Metodológica

Todos os estudos foram classificados como de alto risco de viés devido à baixa qualidade metodológica encontrada que variou entre três a quatro estrelas na escala NOS, adaptada para estudos observacionais transversais. Essa baixa qualidade metodológica atribuiu-se majoritariamente a falta de representatividade da amostra, baixo tamanho amostral, falta de não respondentes, falta de clareza na verificação da exposição e pela não comparabilidade entre sujeitos de diferentes grupos de resultados.

A avaliação detalhada da qualidade metodológica é fornecida na Tabela 6. Os resultados para a confiabilidade interavaliador foram calculados com base na classificação de qualidade de cada estudo, sendo apresentado na tabela 7. O valor do teste de concordância Kappa entre os revisores para classificação de qualidade de cada estudo mostrou uma concordância excelente ($P_{valor}=1$).

DISCUSSÃO

Esta revisão sistemática da literatura que se propôs caracterizar os parâmetros mais utilizados no PEATEf em usuários de IC comparado a indivíduos com audição normal por meio de uma síntese narrativa, permitiu abordar uma perspectiva atual sobre o PEATEf em usuários de IC. Para tanto, foram identificadas possíveis variáveis de confusão, caracterizados os parâmetros de aquisição e análise utilizados no PEATEf em usuários de IC e descritos os resultados disponíveis.

Não foi possível realizar a meta-análise devido a heterogeneidade dos estudos e insuficiência de dados comparativos. Apenas um estudo (Jarollahi et al., 2020) comparou o PEATEf de crianças usuárias de IC com crianças com audição normal. Além disso, investigar quais foram as variáveis ou parâmetros de aquisição que poderiam afetar significativamente os resultados do PEATEf, tanto em usuários de IC ou em comparação a indivíduos com audição normal, tornou-se impraticável.

A falta de clareza sobre o controle das variáveis descritas pelos estudos, divergências nos parâmetros de aquisição, análise no PEATEf e a falta de validade dos resultados, dificultou a interpretação dos achados e realização de inferências clínicas generalizadas. Esses aspectos são discutidos por sua vez, visando uma melhor compreensão dos resultados que os constituem.

Controle das possíveis variáveis de confusão descritas nos estudos

O efeito referido para as variáveis “idade média de recebimento do IC” (Gabr and Serag, 2018), “tempo de uso médio do IC” (Rahman et al., 2017), “tipo de IC” e “estratégia de processamento de fala do IC” (BinKhamis et al., 2019b) no PEATEf de usuários de IC, não descarta a interferência de outras variáveis não controladas que pode ter proporcionado variabilidade no resultados ou tornando-os ainda falsos-positivos.

Esse fato embasa-se na falta de controle sobre outras variáveis associadas anteriormente ao desempenho auditivo em usuários de IC, tais como etiologia da PA, duração da PA antes do IC e média de eletrodos ativos ou inativos pelos estudos dessa revisão, podendo ter influenciado os resultados dos estudos por um possível viés de confusão. Em linhas gerais, a etiologia da PA pode interferir no processamento da fala pelas distintas características fisiopatológicas que afetam as vias auditivas específicas (Isaiah et al., 2017; Janeschik et al., 2013; Shearer et al., 2017). A privação auditiva pela imaturidade no processamento auditivo (Lammers et al., 2015; Litovsky and Gordon, 2016; Soares, AD; Iha, LCN; Talarico, TR; Domenico-Ventre, MLD; Cruz, 2018) e a quantidade de eletrodos pela restrição na captação das pistas espectrais e temporais sonoras (Biesheuvel et al., 2019; Perreau et al., 2010).

Além disso, a variabilidade de faixas etárias nos estudos, por exemplo, (BinKhamis et al., 2019b; Gabr and Serag, 2018) e representatividade da amostra reduzida (Tabela 1) apontam para um viés de seleção a ser considerado, pois amostra restrita e inespecífica pode ter levado a conclusões imprecisas e não generalizáveis pela baixa validade interna e externa dos estudos.

Em síntese, o viés de confusão poderia ter sido minimizado com um maior rigor na elegibilidade da amostra, maior controle estatístico das variáveis reportadas ou por análises estatísticas ajustáveis a fatores de confusão e o de seleção pela ampliação amostral (e aleatorização). Como nenhum dos estudos controlaram estatisticamente as variáveis de confusão e três deles (Gabr and Hassaan, 2015; Jarollahi et al., 2020; Mourad et al., 2016) não homogeneizaram a amostra antes da realização do PEATEf, diferenças basais na caracterização não foram constatadas. Portanto, não se conhece o efeito das variáveis em sua totalidade.

Dessa forma, a falta de controle sobre essas variáveis pode ter propiciado resultados viesados, os quais devem ser interpretados com cautela. As variáveis reportadas (Tabela 2) podem ser consideradas, por outro lado, em estudos futuros para diminuir incertezas sobre seu possível efeito nos resultados do PEATEf.

Medidas de análise utilizados no PEATEf

O predomínio da análise das medidas de latência e amplitude revela que o domínio do tempo tem sido de comum investigação em usuários de IC, como acontece em diferentes populações (El-Beltagy et al., 2019; Rocha-Muniz et al., 2014). Por fornecer dados clínicos úteis e de prática mensuração sobre as mudanças na periodicidade da transmissão neural dos componentes transitórios e sustentados para codificação da fala nas vias auditivas ao longo do tempo, seu uso é justificado (Krizman and Kraus, 2019; Skoe and Kraus, 2010).

Tradicionalmente, latência e amplitude são medidas utilizadas como indicadores de atraso neural e déficits no sincronismo temporal no transtorno do processamento auditivo (Hornickel and Kraus, 2011; Rocha-Muniz et al., 2014; Skoe and Kraus, 2010). Porém, outras medidas também podem ser empregadas para maior entendimento dos registros do PEATEf, haja vista que técnicas diferentes de análises influenciam a informação a ser investigada. A análise no domínio da frequência é um exemplo disso (Krizman and Kraus, 2019), como foi conduzida por dois estudos (Jarollahi et al., 2020; Mourad et al., 2016).

As análises do valor quadrático médio (RMS), análise de Fourier e correlação entre estímulo-resposta apontaram que indivíduos com IC possuem fraca codificação das características espectrais envolvendo a frequência fundamental e seus harmônicos (Jarollahi et al., 2020; Mourad et al., 2016). Esses resultados contrariam indivíduos com audição normal (Russo et al., 2004; Sanfins et al., 2016), mas concordam com os achados do transtorno do processamento auditivo e de linguagem (Rocha-Muniz et al., 2012).

Assim, analisar o domínio da frequência pode ser uma abordagem analítica diferencial para identificação das dificuldades do processamento de fala de usuários de IC, visto que essas medidas participam na capacidade do indivíduo realizar distinções de entonações melódicas e fonéticas (Skoe and Kraus, 2010) e padrões reduzidos de magnitude espectral podem resultar em piores desempenhos para o codificação de fala de usuários de IC (Jarollahi et al., 2020; Mourad et al., 2016).

Logo, incorporar múltiplas estratégias de análises, incluindo maneiras de investigar o domínio do tempo, frequência e fidelidade entre estímulo-resposta permitirá uma compreensão mais abrangente de como usuários de IC codificam a fala.

Parâmetros de aquisição utilizados no PEATEf

Embora não tenha sido constatada uma padronização explícita dos parâmetros individuais de aquisição utilizados para o PEATEf de usuários de IC, sabe-se que quaisquer diferenças nos parâmetros de estimulação ou características da amostra tem o potencial de

alterar as informações coletadas no PEATEf (Coffey et al., 2019; Skoe and Kraus, 2010). Nesse sentido, o uso de parâmetros de aquisição do PEATEf baseado nas investigações com indivíduos de audição normal pelos estudos analisados é preocupante, pois não houve normatização prévia destes para a população em questão.

A falta de informações sobre as configurações dos diferentes dispositivos torna a aquisição do PEATEf um desafio mais complexo devido especificidades tecnológicas para codificação de fala. Como todos os estudos apresentaram os estímulos de forma acústica e não elétrica pelo IC, essa forma de apresentação pode ter modificado as respostas do PEATEf (como, as latências das ondas) pelo tempo que o processador do IC requer para processar os sinais acústicos (Francart et al., 2009). Por essa razão, esperava-se um ajuste estatístico prévio para a aquisição do PEATEf e análise das medidas relacionadas à dados normativos que não foi realizada (Russo et al., 2004; Sanfins et al., 2016),

Em relação as características de aquisição do estímulo de fala, a duração (Coffey et al., 2016), intensidade (Akhoun et al., 2008) e polaridade do estímulo (Aiken and Picton, 2008) são uma preocupação proeminente porque podem influenciar potencialmente os resultados do PEATEf de usuários de IC, assim como acontece em indivíduos com audição normal (BinKhamis et al., 2019a).

Um resultado anterior mostrou que estímulo de fala de menor duração (<40 ms) produz respostas com menor contribuição cortical e preserva a força de representação da frequência fundamental (Coffey et al., 2016). Inclusive, estímulos de menor duração propiciam tempo reduzido de aquisição (Skoe & Kraus 2010) e minimiza a ocorrência de contaminação por artefatos eletromagnéticos do IC (Gilley et al., 2006). Apenas Gabr e Hassaan (2015) utilizaram um estímulo de fala de longa duração (206 ms). Porquanto, os resultados apresentados por eles não descartam modificações no domínio da frequência, contribuições corticais e sobreposição temporal por artefatos.

Modificações na intensidade do estímulo de fala afetam o momento de ocorrência e visibilidade dos picos do PEATEf de maneira que o aumento na intensidade de estimulação diminui o tempo de aparecimento das ondas e aumenta a robustez dos traçados (I Akhoun et al., 2008). Apesar das diferentes unidades de medidas do nível sonoro utilizadas pelos estudos (dB-A, dbHL, dB SL), os picos do PEATEf são visíveis em intensidades a partir de 10 dB SL (I Akhoun et al., 2008), nível correspondente aos estudos analisados.

O predomínio do uso da polaridade alternada é embasado no fato de que o PEATEf pode capturar o envelope temporal (energia correspondente a frequência fundamental da fala) e estrutura fina temporal (energia espectral das frequências mais altas, isto é, formantes presentes

na fala), bem como ser semi-isolados do artefato microfônico coclear ou residual do estímulo pela adição ou subtração das respostas de polaridade única (Aiken and Picton, 2008).

Ainda que adição ou subtração das polaridades únicas contidas na estimulação com polaridade alternada auxilie na compreensão dos diferentes aspectos de codificação da fala envolvendo o domínio da frequência, visto que diferentes polaridades modelam a magnitude da resposta do PEATE, a escolha da polaridade deve também considerar o estímulo utilizado, o objetivo de investigação e a população estudada (Krizman and Kraus, 2019).

A estimulação monaural foi a mais utilizada, possivelmente para homogeneizar a amostra, pois os participantes dos estudos utilizavam IC unilaterais. Por outro lado, a aquisição binaural exigiria uma abordagem de investigação nova que ainda não foi aplicada ao PEATEf de indivíduos com IC, pois estímulos binaurais evocam respostas mais robustas e integradas subcorticalmente e corticalmente (Krizman and Kraus, 2019; Mozaffarilegha et al., 2018).

Em relação a variabilidade na montagem dos eletrodos, evidência utilizando potenciais auditivos corticais mostrou que independentemente do posicionamento estratégico dos eletrodos (por exemplo, em sítios distantes do IC), os artefatos eletromagnéticos gerados pelo IC estão presentes, podendo ser apenas minimizados (Friesen and Picton, 2010). Até o momento nenhum estudo foi conduzido para avaliar a influência da montagem dos eletrodos na minimização de artefatos do PEATEf de usuários de IC. Diante disso, o desenvolvimento e/ou aprimoramento de estratégias específicas tornam-se emergentes para esse fim.

A taxa de apresentação do estímulo de fala afeta seletivamente componentes específicos do PEATEf de indivíduos com audição normal. Krizman e colaboradores (2010) demonstraram que taxas elevadas atrasam as latências dos picos iniciais (V e A), mas não perturba a estabilidade dos picos D, E e F. Contrariamente, um estudo recente (BinKhamis et al., 2019a) demonstrou que a taxa de apresentação pode não afetar diretamente as medidas de latência e amplitude do PEATEf, desde assumam-se dados normativos para o estímulo.

Esses achados sugerem que as respostas do PEATEf são subprodutos da ativação das populações neurais distintas na via auditiva e modificações podem ser mais pronunciadas em populações com processamento auditivo comprometido pela baixa sincronia neural e percepção prejudicada dos elementos da fala, como é possível constatado nos estudos da revisão.

O número total de varredura auxilia na obtenção de respostas confiáveis (Hofmann and Wouters, 2010). Traçados entre 4000 a 6000 totais fazem parte de uma abordagem conservadora (Skoe & Kraus 2010) que permite a criação de submédias para determinar a replicabilidade da resposta do PEATEf e o rastreamento de diferenças sutis ao longo do tempo.

Estudos que coletaram varreduras inferiores (Gabr and Hassaan, 2015; Mourad et al., 2016) ou não mencionaram (Gabr and Serag, 2018) apresentaram resultados inconsistentes.

Preconiza-se que a janela de visualização do PEATEf inclua um período pré-estímulo e pós-estímulo entre 10 a 50 ms, bem como o período de condução neural. Isso auxiliaria na determinação da validade da resposta, pois haveria informações sobre o EEG basal, a transmissão e condução neural do estímulo e condições após estimulação (Skoe & Kraus 2010). Como nenhum estudo explicitou considerar todos esses períodos, não está claro a validade da resposta e se ela sofreu interferência de condições externas.

Crítérios como filtros, impedância e rejeição de artefato servem para controlar os registros e conservar a resposta neural típica, evitando a contaminação por artefatos (Hall, 2015; Krizman and Kraus, 2019; Skoe and Kraus, 2010). Esses parâmetros foram negligenciados (Gabr and Hassaan, 2015; Gabr and Serag, 2018; Jarollahi et al., 2020; Mourad et al., 2016) e seu uso não foi justificado de maneira plausível (BinKhamis et al., 2019b; Rahman et al., 2017).

Filtros são utilizados para isolar a atividade subcortical da atividade cortical e para melhorar a relação sinal-ruído, garantindo que os recursos das frequências de fala não sejam perdidos. A escolha destes depende das características espectrais do estímulo de fala utilizado e o corte passa-baixa deve estar entre 2000-3000 Hz e 30-100 Hz para melhor definição dos picos iniciais do PEATEf (Skoe & Kraus 2010). Todos os estudos atenderam a esses cortes.

O controle dos níveis de impedância, por sua vez, altera os registros eletroencefalográficos de modo a distorcer as respostas ou torná-las mais claras (Kappenman and Luck, 2010) pela maior susceptibilidade à artefatos (Idrick Akhoun et al., 2008). Por essa razão, a falta de controla da impedância nos estudos (Gabr and Hassaan, 2015; Gabr and Serag, 2018) revela que os resultados podem ter sido distorcidos.

O questionamento maior em relação à validade dos parâmetros de aquisição do PEATEf em usuários de IC utilizados pelos estudos se baseia na ausência de evidências sobre a redução do artefato eletromagnético gerado pelo IC pelos estudos. A tentativa de diminuir o artefato do IC nos registros do PEATEf de usuários de IC é escassa e limitante, pois foi encontrado que a obtenção de respostas livres de artefatos não é possível para todos indivíduos devido os atributos dos dispositivos (BinKhamis et al., 2019b) e não existe prova de que estratégias específicas na aquisição sejam efetivas (por exemplo, uso do jumper de eletrodos; Rahman et al., 2017).

Em outras palavras, tais achados mostram que os artefatos eletromagnéticos gerados pelo IC nas gravações do PEATEf são uma preocupação iminente que pode dificultar sua aplicação clínica, não sendo possível verificar se as respostas são verdadeiras ou moduladas por

artefatos. Portanto, existem limitações metodológicas importantes para aplicação dos parâmetros mais frequentes de aquisição do PEATEf em usuários com IC, considerando que grande parte da literatura disponível, abrangeu apenas indivíduos com audição normal e as evidências sobre os usuários de IC não foram normatizados. Entretanto, eles podem ser úteis para nortear pesquisas futuras sobre a viabilidade e influência nas respostas do PEATEf em indivíduos com IC, comparado a indivíduos com audição normal.

Resultados do PEATEf em usuários de IC

A qualidade geral dos resultados do PEATEf em usuários de IC é classificada como baixa pelas limitações nos parâmetros de gravações, anteriormente discutidos, associado ao alto risco de viés dos estudos (Tabela 3).

A preocupação mais proeminente sobre a interpretação dos resultados consiste no artefato gerado pelo IC que não foi considerado em quatro estudos (Gabr and Hassaan, 2015; Gabr and Serag, 2018; Jarollahi et al., 2020; Mourad et al., 2016) e não foi utilizado um método válido para verificar a confiabilidade das respostas (BinKhamis et al., 2019b; Rahman et al., 2017), fragilizando os achados.

Diversas razões sustentam esse fato. Em primeiro lugar, os resultados do PEATEf em usuários de IC teria sido corrompidos como acontece nos potenciais corticais (Gilley et al., 2006; Mc Laughlin et al., 2013; Presacco et al., 2017; Viola et al., 2012; Zhang et al., 2011, 2010) devido a contaminação eletromagnética do artefato gerado pelo IC (Friesen and Picton, 2010; Mc Laughlin et al., 2013).

Essa contaminação pode ter potencializado atrasos nas latências, amplitudes reduzidas, maiores valores de slope, área, duração e amplitude do complexo VA e medidas espectrais menores do que os reportados pela literatura para população pediátrica (Russo et al., 2004; Sanfins et al., 2016) ou população adulta (Vander Werff and Burns, 2011) com audição normal.

Por outro lado, esses achados podem indicar que as crianças com IC apresentam dificuldades na codificação subcortical e cortical dos sons da fala por atrasos na corticalização que resulta em comprometimento na sincronização neural da fala em usuários de IC e déficit temporal e espectral encontrado nos estudos (BinKhamis et al., 2019b; Gabr and Hassaan, 2015; Gabr and Serag, 2018; Jarollahi et al., 2020; Mourad et al., 2016; Rahman et al., 2017)

Por exemplo, no estudo (na fig.4, Gabr and Hassaan, 2015) a resposta modelo para o PEATEf de uma criança com IC parece demasiadamente com o estímulo para ser credível, bem como o traçado aparenta sofrer efeito do artefato de corrente contínua produzido pelo IC (Mc

Laughlin et al., 2013). Os demais estudos também podem ter sido atingidos (Gabr and Serag, 2018; Mourad et al., 2016; Rahman et al., 2017), inclusive (BinKhamis et al., 2019b) que demonstrou e conseguiu removê-lo parcialmente apenas em dois participantes.

O estudo (Jarollahi et al., 2020) apresentou uma onda média geral para usuários de IC que sua morfologia mais se parece com respostas aplicáveis a indivíduos com audição normal. A visualização do artefato nesse tipo de apresentação é bem limitada. Em síntese, esse tipo de artefato degrada e se sobrepõe à resposta do PEATEf devido ao pico elétrico aleatório gerado que compromete a morfologia e interrompe a ocorrência das ondas (Hofmann and Wouters, 2010; Presacco et al., 2017).

Uma alternativa viável para minimização dos artefatos elétricos gerado pelo IC, seria o desenvolvimento e validação de técnicas e estratégias adaptativas para o PEATEf derivadas das que já existem para o PEALL (Friesen and Picton, 2010; Gilley et al., 2006; Hofmann and Wouters, 2010; Mc Laughlin et al., 2013).

Em segundo lugar, os resultados dos estudos podem ter sofrido alterações devido ao processador de fala do IC que modificou e atrasou o processamento dos sinais acústico-elétrico. Não há evidências de que esses atrasos tenham sido contabilizados na análise dos resultados. Estima-se que para que sinais acústicos e elétricos sejam percebidos de forma síncrona, eles devem ser atrasados em média 1,5 ms (Francart et al., 2009).

Esse atraso é comparável aos resultados obtidos na literatura para resposta acústica (ABR) e elétrica do tronco encefálico (EABR), de modo que as latências são mais curtas para a EABR do que as evocadas acusticamente em usuários com IC (Lammers et al., 2015; S Zirn et al., 2015; Stefan Zirn et al., 2015). Isto se explica pela estimulação acústica direta do nervo auditivo que não demora na passagem entre ouvidos (Truy et al., 1998).

Além disso, os atrasos no processamento de estímulos dentro do processador de fala variam com as configurações do IC (Stefan Zirn et al., 2015) e com implantação coclear tardia (Lammers et al., 2015). Isso poderia ter sido corrigido pelo mapeamento dos atrasos neurais antes e durante a aquisição acústica PEATEf ou pela estimulação elétrica, auxiliando a não atribuir equivocadamente transtorno para a codificação de fala a usuários de IC, visto que podem ter sido responsáveis pelos atrasos constatados.

Em terceiro lugar, diversas razões não exclusivas de dificuldade de percepção da fala em usuários de IC foram ignoradas, tais como, duração da surdez, baixa sobrevivência neural, inserção superficial do conjunto de eletrodos, qualidade do sinal fornecido pelo implante, dispersão de corrente no feixe de eletrodos e estimulação limitada com a fala antes do início da surdez (Blamey et al. 2012).

Esses aspectos influenciam o padrão sensorial fornecido ao cérebro pelo IC, pois a transferência de informações para a percepção dos detalhes finos espectrais e temporais da fala é limitada nessa população (Wouters et al., 2015) pela atividade das populações neurais remanescentes que demandam que o sistema nervoso central supere a resolução sensorial reduzida e distorção no padrão temporal auditivo (Dabdoub and Nishimura, 2017; Zeng et al., 2004).

Associado a isso, a ampla gama de idades nos estudos pode ter sobreposto o efeito do tempo nos resultados do PEATEf. Por exemplo, o estudo (Gabr and Hassaan, 2015) contemplou crianças entre 2 e 6 anos. Seria de esperar que os componentes de resposta variassem para diferentes idades, contudo não diferiram significativamente. Além disso, o grupo com bons registros corticais, provavelmente, teve maiores amplitudes devido ao artefato de IC que levou a picos mais pronunciados.

Em quarto lugar, não existem evidências sobre uma abordagem válida para confirmar a veracidade das respostas obtidas no PEATEf de usuários de IC e principalmente quando comparadas à indivíduos com audição normal. Como sugerem (BinKhamis et al., 2019b), o desenvolvimento dessa abordagem deve incluir primeiramente uma forma robusta e adaptável de se atenuar os artefatos do IC. Assim, é necessário avançar tanto nas abordagens de aquisição, como nas de análise do PEATEf em usuários de IC.

Por último, a combinação de todos fatores supracitados com as características individuais, aspectos da PA e características do IC poderiam apontar transtornos auditivos sincrônicos cumulativos nas respostas neurais do tronco encefálico para fala que produzem variabilidade clínica e metodológica nos estudos.

Portanto, as razões discorridas tornam os resultados não validados, não sendo possível generalizar os achados dos estudos pelas características amostrais restritas, baixa qualidade metodológica, variações metodológicas, ausência de normatização dos parâmetros de aquisição do PEATEf e inconsistência nos estudos.

Limitações da presente revisão

A principal limitação desta revisão sistemática é a falta de dados confiáveis sobre a aplicabilidade do PEATEf em usuários de IC. Os resultados da avaliação da qualidade metodológica dos estudos mostraram que todos os estudos incluídos apresentaram alto risco de viés. Além disso, os dados disponíveis são heterogêneos, escassos em comparabilidade e com subgrupos da mesma população de usuários de IC, impedindo a capacidade de realizar meta-

análises. As fontes de heterogeneidade incluem os diferentes critérios de aquisição não padronizados para o PEATEf em usuários de IC, variabilidade e restrição amostral, bem como inconsistências nas análises que não previram fatores de confusão e métodos para validar os resultados. Isso limita a generalização dos resultados e torna a comparação entre os estudos impraticáveis. Ademais, embora não tenha sido restringido o idioma dos estudos, foram recuperados apenas estudos em inglês produzidos em sua maioria no Egito e não conseguimos contactar os autores para o fornecimento e/ou esclarecimento de informações adicionais.

Implicações clínicas e para pesquisa

Um dos pontos mais importantes desta revisão sistemática é fornecer uma síntese narrativa crítica a cerca de todas as evidências disponíveis sobre o PEATEf em usuários de IC. Os critérios de inclusão, protocolos de aquisição, análise e os resultados para o PEATEf em usuários de IC, nos permitiu identificar as principais inconsistências e fragilidades nos estudos para minimizá-los em pesquisas futuras.

Esta revisão sistemática confirmou a falta de capacidade de validar os resultados do PEATEf em usuários de IC pela ausência de padronização nos parâmetros de aquisição e inexistência de uma abordagem para avaliar a confiabilidade das respostas do PEATEf em usuários de IC. Descobrimos também que estudos comparativos entre usuários de IC e indivíduos NH são escassos.

O PEATEf, apesar ser considerado como um promissor exame eletrofisiológico (Kraus et al., 2017; Skoe and Kraus, 2010), deve ter o uso clínico e científico cuidadoso para avaliação objetiva do processamento da fala em usuários de IC pelas razões supracitadas.

Sugere-se que estudos futuros minimizem os vieses aqui encontrados por meio de delineamentos mais robustos, bem como forneçam ou implementem técnicas de controle mais rígidas em relação às variáveis de confusão, aquisição e análise do PEATEf em usuários de IC.

É importante destacar que as evidências recuperadas nesta revisão sistemática foram abordadas em nível restrito de estudos, não revelam diferenças individuais. Portanto, é fundamental que todos profissionais que trabalham com usuários de CI atuem em conjunto para entender o desempenho auditivo e linguístico de cada indivíduo e resolver as demandas relacionadas ao processamento da fala.

CONCLUSÃO

Apesar da possível aplicabilidade do PEATEf em usuários de IC, não existe consenso quanto a um protocolo de aquisição e análise a ser utilizado nessa população. Variações foram frequentes nos parâmetros de aquisição do PEATEf, exceto para o transdutor, tipo de estímulo, polaridade do estímulo e modo de estimulação que foram concordantes entre os estudos. Os parâmetros de análise se concentraram predominantemente nas medidas no domínio do tempo.

Indivíduos com IC podem apresentar padrões de respostas distintas para o PEATEf comparado a indivíduos com audição normal em contraste a dados normativos da literatura, apesar da escassez de estudos comparativos. Entre os achados, atrasos nas latências, amplitudes reduzidas, maiores valores de slope, área, duração e amplitude do complexo VA e redução nas medidas espectrais podem indicar déficit na codificação dos sons da fala.

Devido as variações metodológicas encontradas e lacunas sobre uma abordagem válida para verificar a confiabilidade das respostas do PEATEf nessa população, não é possível generalizar os achados dos estudos. Portanto, sugere-se que são necessários estudos primários para validar quais recursos podem ser incorporados ou desenvolvidos para melhorar a técnicas de aquisição e análise do PEATEf em usuários de IC, incluindo a minimização de artefatos gerados pelo IC.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001

REFERÊNCIAS

- Aiken, S.J., Picton, T.W., 2008. Envelope and spectral frequency-following responses to vowel sounds. *Hear. Res.* 245, 35–47. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2008.08.004>
- Akhoun, I, Gallégo, S., Moulin, A., Ménard, M., Veillet, E., Berger-Vachon, C., Collet, L., Thai-Van, H., 2008. The temporal relationship between speech auditory brainstem responses and the acoustic pattern of the phoneme /ba/ in normal-hearing adults. *Clin. Neurophysiol.* 119, 922–933. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clinph.2007.12.010>
- Akhoun, Idrick, Moulin, A., Jeanvoine, A., Ménard, M., Buret, F., Vollaire, C., Scorretti, R., Veillet, E., Berger-Vachon, C., Collet, L., Thai-Van, H., 2008. Speech auditory brainstem response (speech ABR) characteristics depending on recording conditions, and hearing status: An experimental parametric study. *J. Neurosci. Methods* 175, 196–205. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2008.07.026>
- Anderson, S., Parbery-Clark, A., White-Schwoch, T., Kraus, N., 2013. Auditory Brainstem Response to Complex Sounds Predicts Self-Reported Speech-in-Noise Performance. *J. Speech, Lang. Hear. Res.* 56, 31–43. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2012/12-0043\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2012/12-0043))

- Biesheuvel, J.D., Briaire, J.J., de Jong, M.A.M., Boehringer, S., Frijns, J.H.M., 2019. Channel discrimination along all contacts of the cochlear implant electrode array and its relation to speech perception. *Int. J. Audiol.* 58, 262–268. <https://doi.org/10.1080/14992027.2019.1573384>
- BinKhamis, G., Léger, A., Bell, S.L., Prendergast, G., O’Driscoll, M., Kluk, K., 2019a. Speech Auditory Brainstem Responses: Effects of Background, Stimulus Duration, Consonant–Vowel, and Number of Epochs. *Ear Hear.* 40, 659–670. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000648>
- BinKhamis, G., Perugia, E., O’Driscoll, M., Kluk, K., 2019b. Speech-ABRs in cochlear implant recipients: feasibility study. *Int. J. Audiol.* 58, 678–684. <https://doi.org/10.1080/14992027.2019.1619100>
- Blamey, P., Artieres, F., Baskent, D., Bergeron, F., Beynon, A., Burke, E., Dillier, N., Dowell, R., Fraysse, B., Gallégo, S., Govaerts, P.J., Green, K., Huber, A.M., Kleine-Punte, A., Maat, B., Marx, M., Mawman, D., Mosnier, I., O’Connor, A.F., O’Leary, S., Rousset, A., Schauwers, K., Skarzynski, H., Skarzynski, P.H., Sterkers, O., Terranti, A., Truy, E., Van de Heyning, P., Venail, F., Vincent, C., Lazard, D.S., 2013. Factors Affecting Auditory Performance of Postlinguistically Deaf Adults Using Cochlear Implants: An Update with 2251 Patients. *Audiol. Neurotol.* 18, 36–47. <https://doi.org/10.1159/000343189>
- Coffey, E.B.J., Herholz, S.C., Chepesiuk, A.M.P., Baillet, S., Zatorre, R.J., 2016. Cortical contributions to the auditory frequency-following response revealed by MEG. *Nat. Commun.* 7, 11070. <https://doi.org/10.1038/ncomms11070>
- Coffey, E.B.J., Nicol, T., White-Schwoch, T., Chandrasekaran, B., Krizman, J., Skoe, E., Zatorre, R.J., Kraus, N., 2019. Evolving perspectives on the sources of the frequency-following response. *Nat. Commun.* 10, 5036. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-13003-w>
- Cordeiro, B.B., Banhara, M.R., Mendes, C.M.C., 2020. Ganho auditivo e influência do tempo de privação auditiva na percepção de fala em usuários de implante coclear. *Audiol. - Commun. Res.* 25. <https://doi.org/10.1590/2317-6431-2019-2282>
- Dabdoub, A., Nishimura, K., 2017. Cochlear Implants Meet Regenerative Biology: State of the Science and Future Research Directions. *Otol. Neurotol.* 38, e232–e236. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000001407>
- Dunn, C.C., Walker, E.A., Oleson, J., Kenworthy, M., Van Voorst, T., Tomblin, J.B., Ji, H., Kirk, K.I., McMurray, B., Hanson, M., Gantz, B.J., 2014. Longitudinal Speech Perception and Language Performance in Pediatric Cochlear Implant Users. *Ear Hear.* 35, 148–160. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e3182a4a8f0>
- Eisenberg, L.S., Johnson, K.C., Martinez, A.S., Cokely, C.G., Tobey, E.A., Quittner, A.L., Fink, N.E., Wang, N.-Y., Niparko, J.K., 2006. Speech Recognition at 1-Year Follow-Up in the Childhood Development after Cochlear Implantation Study: Methods and Preliminary Findings. *Audiol. Neurotol.* 11, 259–268. <https://doi.org/10.1159/000093302>
- El-Beltagy, R., Galhom, D., Hassan, E.-H.M., 2019. Auditory brainstem response and speech mismatch negativity in children with phonological disorders. *Egypt. J. Otolaryngol.* 35, 79–

85. https://doi.org/10.4103/ejo.ejo_87_17

Erdem, B.K., Ciprut, A., 2019. Evaluation of Speech, Spatial Perception and Hearing Quality in Unilateral, Bimodal and Bilateral Cochlear Implant Users. *Turkish Arch. Otorhinolaryngol.* 57, 149–153. <https://doi.org/10.5152/tao.2019.4105>

Francart, T., Brokx, J., Wouters, J., 2009. Sensitivity to Interaural Time Differences with Combined Cochlear Implant and Acoustic Stimulation. *J. Assoc. Res. Otolaryngol.* 10, 131–141. <https://doi.org/10.1007/s10162-008-0145-8>

Friesen, L.M., Picton, T.W., 2010. A method for removing cochlear implant artifact. *Hear. Res.* 259, 95–106. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2009.10.012>

Gabr, T.A., Darwish, M.E., 2016. Speech auditory brainstem response audiometry in children with specific language impairment. *Hear. Balanc. Commun.* 14, 50–57. <https://doi.org/10.3109/21695717.2016.1092715>

Gabr, T.A., Hassaan, M.R., 2015. Speech processing in children with cochlear implant. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 79, 2028–2034. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2015.09.002>

Gabr, T.A., Serag, S.A., 2018. Speech auditory evoked potentials in cochlear implant recipients in relation to rehabilitation outcomes. *Hear. Balanc. Commun.* 16, 255–262. <https://doi.org/10.1080/21695717.2018.1507577>

Gilley, P.M., Sharma, A., Dorman, M., Finley, C.C., Panch, A.S., Martin, K., 2006. Minimization of cochlear implant stimulus artifact in cortical auditory evoked potentials. *Clin. Neurophysiol.* 117, 1772–1782. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2006.04.018>

Giusti, O.J.C., 2014. Estudo da percepção da fala de indivíduos adultos usuários de implante coclear unilateral.

Hall, J.W., 2015. *New handbook of auditory evoked responses*. Pearson Education, Inc.

Hofmann, M., Wouters, J., 2010. Electrically Evoked Auditory Steady State Responses in Cochlear Implant Users. *J. Assoc. Res. Otolaryngol.* 11, 267–282. <https://doi.org/10.1007/s10162-009-0201-z>

Hopkins, K., 2015. Deafness in cochlear and auditory nerve disorders, *Handbook of Clinical Neurology*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-62630-1.00027-5>

Hornickel, J., Knowles, E., Kraus, N., 2012. Test-retest consistency of speech-evoked auditory brainstem responses in typically-developing children. *Hear. Res.* 284, 52–58. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2011.12.005>

Hornickel, J., Kraus, N., 2011. Objective Biological Measures for the Assessment and Management of Auditory Processing Disorder. 7, 252–261.

Isaiah, A., Lee, D., Lenex-Voit, F., Sweeney, M., Kutz, W., Isaacson, B., Roland, P., Lee, K.H., 2017. Clinical outcomes following cochlear implantation in children with inner ear anomalies. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 93, 1–6.

<https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2016.12.001>

Janeschik, S., Teschendorf, M., Bagus, H., Arweiler-Harbeck, D., 2013. Influence of etiologic factors on speech perception of cochlear-implanted children. *Cochlear Implants Int.* 14, 190–9. <https://doi.org/10.1179/1754762812Y.0000000017>

Jarollahi, F., Valadbeigi, A., Jalaei, B., Maarefvand, M., Zarandy, M.M., Haghani, H., Shirzhiyan, Z., 2020. Sound-Field Speech Evoked Auditory Brainstem Response in Cochlear-Implant Recipients. *J. Audiol. Otol.* 24, 71–78. <https://doi.org/10.7874/jao.2019.00353>

Kappenman, E.S., Luck, S.J., 2010. The effects of electrode impedance on data quality and statistical significance in ERP recordings. *Psychophysiology* 47, 888–904. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2010.01009.x>

Kraus, N., Anderson, S., White-Schwoch, T., 2017. The Frequency-Following Response: A Window into Human Communication. Springer, Cham, pp. 1–15. https://doi.org/10.1007/978-3-319-47944-6_1

Kraus, N., Thompson, E.C., Krizman, J., Cook, K., White-Schwoch, T., LaBella, C.R., 2016. Auditory biological marker of concussion in children. *Sci. Rep.* 6. <https://doi.org/10.1038/srep39009>

Krizman, J., Kraus, N., 2019. Analyzing the FFR: A tutorial for decoding the richness of auditory function. *Hear. Res.* 382, 107779. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2019.107779>

Krizman, J., Skoe, E., Kraus, N., 2010. Stimulus Rate and Subcortical Auditory Processing of Speech. *Audiol. Neurotol.* 15, 332–342. <https://doi.org/10.1159/000289572>

Lammers, M.J.W., van Eijl, R.H.M., van Zanten, G.A., Versnel, H., Grolman, W., 2015. Delayed Auditory Brainstem Responses in Prelingually Deaf and Late-Implanted Cochlear Implant Users. *J. Assoc. Res. Otolaryngol.* 16, 669–678. <https://doi.org/10.1007/s10162-015-0532-x>

Legatt, A.D., 2015. Electrophysiologic auditory tests, *Handbook of Clinical Neurology*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-62630-1.00017-2>

Litovsky, R., Gordon, K., 2016. Bilateral cochlear implants in children: Effects of auditory experience and deprivation on auditory perception. *Hear. res.* 338, 76–87. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2016.01.003>

Lund, E., 2016. Vocabulary Knowledge of Children With Cochlear Implants: A Meta-Analysis. *J. Deaf Stud. Deaf Educ.* 21, 107–121. <https://doi.org/10.1093/deafed/env060>

Macherey, O., Carlyon, R.P., 2014. Cochlear implants. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.06.053>

Matas, G.C., Magliaro, F.C.L., 2015. Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico, in: Boéchat, E.M. (Ed.), *Tratado de Audiologia*. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, pp. 211–223.

Mc Laughlin, M., Lopez Valdes, A., Reilly, R.B., Zeng, F.-G., 2013. Cochlear implant artifact attenuation in late auditory evoked potentials: A single channel approach. *Hear. Res.* 302, 84–95. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2013.05.006>

Moberly, A., Bates, C., Harris, M., Pisoni, D., 2016. The Enigma of Poor Performance by Adults With Cochlear Implants. *Otol Neurotol* 37, 1522–1528. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000001211>

Modesti, P.A., Reboldi, G., Cappuccio, F.P., Agyemang, C., Remuzzi, G., Rapi, S., Perruolo, E., Parati, G., 2016. Panethnic Differences in Blood Pressure in Europe: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One* 11, e0147601. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147601>

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D.G., 2009. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med.* 6, e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>

Mourad, M., Eid, M., Elmongui, H., Talaat, M., Eldeeb, M., 2016. Templates for speech-evoked auditory brainstem response performance in cochlear implantees. *Adv. Arab Acad. Audio-Vestibology J.* 3, 25. <https://doi.org/10.4103/2314-8667.202551>

Mozaffarilegha, M., Namazi, H., Ahadi, M., Jafari, S., 2018. COMPLEXITY-BASED ANALYSIS of the DIFFERENCE in SPEECH-EVOKED AUDITORY BRAINSTEM RESPONSES (s-ABRs) between BINAURAL and MONAURAL LISTENING CONDITIONS. *Fractals* 26, 1850052–108. <https://doi.org/10.1142/S0218348X18500524>

Oliveira, P.S., Penna, L.M., Lemos, S.M.A., 2015. Desenvolvimento da linguagem e deficiência auditiva: revisão de literatura. *Rev. CEFAC* 17, 2044–2055. <https://doi.org/10.1590/1982-0216201517611214>

Perreau, A., Tyler, R.S., Witt, S.A., 2010. The effect of reducing the number of electrodes on spatial hearing tasks for bilateral cochlear implant recipients. *J. Am. Acad. Audiol.* 21, 110–20.

Picton, T.W., 2010. *Human Auditory Evoked Potentials*. Plural Publishing, Inc., Universidade da Califórnia.

Plant, K., McDermott, H., van Hoesel, R., Dawson, P., Cowan, R., 2016. Factors Predicting Postoperative Unilateral and Bilateral Speech Recognition in Adult Cochlear Implant Recipients with Acoustic Hearing. *Ear Hear.* 37, 153–63. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000233>

Presacco, A., Innes-Brown, H., Goupell, M.J., Anderson, S., 2017. Effects of Stimulus Duration on Event-Related Potentials Recorded From Cochlear-Implant Users. *Ear Hear.* 38, e389–e393. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000444>

Rahman, T.T.A.R., Nada, I.M.N., Kader, H.A.A.A., Monem, A.A.A., 2017. Neural representation of speech in pediatric cochlear implant recipients. *Egypt. J. Otolaryngol.* 33, 535. <https://doi.org/10.4103/1012-5574.206026>

Rocha-Muniz, C.N., Befi-Lopes, D.M., Schochat, E., 2014. Sensitivity, specificity and

efficiency of speech-evoked ABR. *Hear. Res.* 317, 15–22.
<https://doi.org/10.1016/j.heares.2014.09.004>

Rocha-Muniz, C.N., Befi-Lopes, D.M., Schochat, E., 2012. Investigation of auditory processing disorder and language impairment using the speech-evoked auditory brainstem response. *Hear. Res.* 294, 143–152. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2012.08.008>

Roche, J.P., Hansen, M.R., 2015. On the Horizon: Cochlear Implant Technology. *Otolaryngol. Clin. North Am.* <https://doi.org/10.1016/j.otc.2015.07.009>

Russo, N., Nicol, T., Musacchia, G., Kraus, N., 2004b. Brainstem responses to speech syllables. *Clin. Neurophysiol.* 115, 2021–2030.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clinph.2004.04.003>

Sanfins, M.D., Borges, L.R., Ubiali, T., Donadon, C., Diniz Hein, T.A., Hatzopoulos, S., Colella-Santos, M.F., 2016. Speech-evoked brainstem response in normal adolescent and children speakers of Brazilian Portuguese. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 90, 12–19.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2016.08.024>

Schwab, B., Gandolfi, M., Lai, E., Reilly, E., Singer, L., Kim, A.H., 2015. The Impact of Age on Cochlear Implant Performance. *Int. J. Otolaryngol. Head & Neck Surg.* 04, 329–337.
<https://doi.org/10.4236/ijohns.2015.45056>

Shearer, A.E., Eppsteiner, R.W., Frees, K., Tejani, V., Sloan-Heggen, C.M., Brown, C., Abbas, P., Dunn, C., Hansen, M.R., Gantz, B.J., Smith, R.J.H., 2017. Genetic variants in the peripheral auditory system significantly affect adult cochlear implant performance. *Hear. Res.* 348, 138–142. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2017.02.008>

Skoe, E., Kraus, N., 2010. Auditory brain stem response to complex sounds: a tutorial. *Ear Hear.* 31, 302–24. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e3181cdb272>

Soares, AD; Iha, LCN; Talarico, TR; Domenico-Ventre, MLD; Cruz, O., 2018. Correlation between speech perception, age and sound deprivation time in post-lingual cochlear implant users. *J. Hear. Sci.* 8, 169–169.

Song, J.H., Banai, K., Russo, N.M., Kraus, N., 2006. On the relationship between speech- and nonspeech-evoked auditory brainstem responses. *Audiol. Neurootol.* 11, 233–41.
<https://doi.org/10.1159/000093058>

Stroup, D.F., Berlin, J.A., Morton, S.C., Olkin, I., Williamson, G.D., Rennie, D., Moher, D., Becker, B.J., Sipe, T.A., Thacker, S.B., 2000. Meta-analysis of observational studies in epidemiology: A proposal for reporting. *J. Am. Med. Assoc.* 283, 2008–2012.
<https://doi.org/10.1001/jama.283.15.2008>

Truy, E., Gallego, S., Chanal, J.-M., Collet, L., Morgon, A., 1998. Correlation Between Electrical Auditory Brainstem Response and Perceptual Thresholds in Digisonic Cochlear Implant Users. *Laryngoscope* 108, 554–559.

Vander Werff, K.R., Burns, K.S., 2011. Brain Stem Responses to Speech in Younger and Older Adults. *Ear Hear.* 32, 168–180. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e3181f534b5>

- Viola, F.C., De Vos, M., Hine, J., Sandmann, P., Bleeck, S., Eyles, J., Debener, S., 2012. Semi-automatic attenuation of cochlear implant artifacts for the evaluation of late auditory evoked potentials. *Hear. Res.* 284, 6–15. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2011.12.010>
- Vos, T., Allen, C., Arora, M., Barber, R.M., Bhutta, Z.A., Brown, A., Carter, A., Casey, D.C., et al., 2016. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 310 diseases and injuries, 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet* 388, 1545–1602. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31678-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31678-6)
- Wang, J., Su, H., Xie, W., Yu, S., 2017. Mobile Phone Use and the Risk of Headache: A Systematic Review and Meta-analysis of Cross-sectional Studies. *Sci. Rep.* 7, 1–7. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-12802-9>
- Wilson, B.S., Tucci, D.L., Merson, M.H., O’Donoghue, G.M., 2017. Global hearing health care: new findings and perspectives. *Lancet*. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)31073-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31073-5)
- Wouters, J., McDermott, H.J., Francart, T., 2015. Sound coding in cochlear implants: From electric pulses to hearing. *IEEE Signal Process. Mag.* 32, 67–80. <https://doi.org/10.1109/MSP.2014.2371671>
- Yawn, R., Hunter, J.B., Sweeney, A.D., Bennett, M.L., 2015. Cochlear implantation: a biomechanical prosthesis for hearing loss. *F1000Prime Rep.* 7, 45. <https://doi.org/10.12703/P7-45>
- Zeng, F.-G., Popper, A.N., Fay, R.R., 2004. Cochlear Implants: Auditory Prostheses and Electric Hearing, *Springer Handbook of Auditory Research*. Springer New York, New York, NY. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-22585-2>
- Zhang, F., Anderson, J., Samy, R., Houston, L., 2010. The adaptive pattern of the late auditory evoked potential elicited by repeated stimuli in cochlear implant users. *Int. J. Audiol.* 49, 277–285. <https://doi.org/10.3109/14992020903321759>
- Zhang, F., Hammer, T., Banks, H.-L., Benson, C., Xiang, J., Fu, Q.-J., 2011. Mismatch negativity and adaptation measures of the late auditory evoked potential in cochlear implant users. *Hear. res.* 275, 17–29. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2010.11.007>
- Zirn, S, Arndt, S., Aschendorff, A., Wesarg, T., 2015. Interaural stimulation timing in single sided deaf cochlear implant users. *Hear. Res.* 328, 148–156. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heares.2015.08.010>
- Zirn, Stefan, Arndt, S., Wesarg, T., 2015. Objective assessment of optimal group delays in cochlear implants, in: 2015 7th International IEEE/EMBS Conference on Neural Engineering (NER). IEEE, pp. 683–686. <https://doi.org/10.1109/NER.2015.7146715>

Figura 5 – Fluxograma do processo de seleção dos estudos da revisão

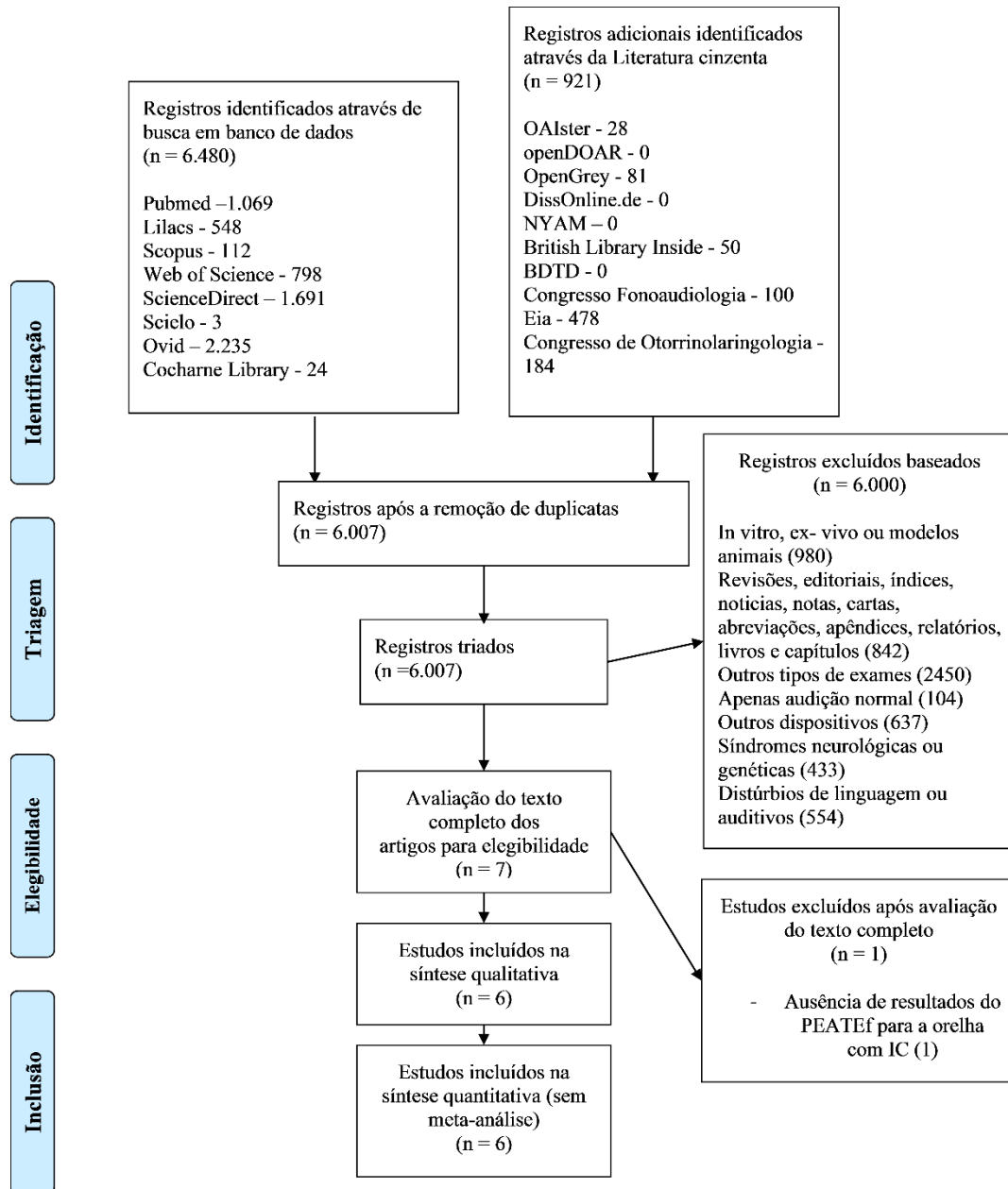


Tabela 1 - Características dos estudos incluídos na revisão

ID	Estudo (Autor(es), ano)	País	Desenho do estudo	População	Características amostrais				
					Distribuição em grupos categorizados (n)	Tamanho amostral (n)	Sexo	Idade em anos	Média de Idade em anos (DP)
1	(BINKHAMIS et al., 2019b)	Reino Unido	Transversal	IC	Grupo único: G1: IC (n=12)	12	9 M; 3 F	39–60	G1:49.08(6.43)
2	(GABR; HASSAAN, 2015)	Egito	Transversal	IC	Dois grupos: G1: Registros bons no S-CAEPs (n=9) G2: Registros pobres no S-CAEPs (n=11)	20	9 M, 11 F	2-6	G1: 2.50 (0.70) G2: 3.9 (1.6)
3	(GABR; SERAG, 2018)	Egito	Transversal	IC	Dois grupos: G1: LIQ > 0.7 (n=20) G2: LIQ < 0.7 (n=20)	40	NR	4 -10	G1:6.85 (1.86) G2:6.26 (1.44)
4	(JAROLLAHI et al., 2020)	Irã	Transversal	IC e AN	Dois grupos: G1: IC (n=20) G2: AN (n=20)	40	12 M, 8 F	8-10	G1: 8.9 (0.79) G2:8.6 (0.8)
5	(MOURAD et al., 2016)	Egito	Transversal	IC	Grupo único: G1: IC (n=10)	10	5 M, 5 F	5-10	NR
6	(RAHMAN et al., 2017)	Egito	Transversal	IC	Três grupos: G1: 1 ano de uso do IC (n=10) G2: 2 anos de uso do IC (n=12) G3: 3 anos de uso do IC (n=9)	31	NR	4-5	G1:4.13 (0.49) G2:4.63 (0.38) G3:4.80 (0.22)

LEGENDA: AN, audição normal; DP, Desvio padrão; F, feminino; G1, grupo um; G2, grupo dois; G3, grupo três; IC, implante coclear; ID, identificação; LIQ, quociente de melhoria de linguagem; M, masculino; NR não reportado; S-CAEPs, potencial evocado auditivo cortical com estímulo de fala;

Tabela 2 - Visão geral das variáveis e do efeito possível nos resultados do Potencial Evocado Auditivo de Tronco encefálico eliciado por estímulo de fala por estudo incluído

Estudo (Autor(es), ano)	Orelha com IC (n participantes)	Grau da PA (n participantes)	Etiologia da PA (n participantes)	Início da PA (n participantes)	Idade de recebimento do IC em anos (n participantes)	Tempo de uso médio do IC em anos (n participantes)	Duração da PA antes do IC em anos (n participantes)	Marca do IC (n participantes)	Modelo do IC (n participantes)	Processador de fala do IC (n participantes)	Estratégia de processamento de fala do IC (n participantes)	Média de eletrodos ativos e inativos/número máximo de eletrodos
(BINKH AMIS et al., 2019b)	Direita (6), Esquerda (6)	NR	Caxumba (1), Idiopática (6), Meningite (2), rubéola (2), trauma (1)	Pós-lingual (12)	NR	7,29	21,08	Cochlear (6), MED-EL (6)	Nucleus 22 (2), Nucleus CI512 (2), Nucleus Freedom (2), Concerto Flex 28 (3), Synchrony Flex 28 (3)	CP810 (4), CP910 (2), OPUS 2 (2), RONDO (1), SONNET (3)	ACE (4), FS4 (6), SPEAK (BP+1) (1), SPEAK (BP+2) (1)	Ativos: 20.3/22, 11.6/12 Inativos: 1.6/22, 0.3/22
(GABR; HASSAA N, 2015)	Direita (9), Esquerda (11)	Severa a profunda (20)	Hereditária (10), Pós-febril (2), idiopática (8)	Pré e pós-lingual (20)	2,21 para o grupo com registros bons no S-CAEPs (n=9), 3,2 para o grupo com registros pobres no S-CAEPs (n=11)	NR	1,15 para o grupo com registros bons no S-CAEPs (n=9), 2,22 para o grupo com registros pobres no S-CAEPs (n=11)	MED-EL (10), Cochlear (5), Abionic (5)	NR	Sonata (10), Freedom (5), Harmony (5)	NR	NR

(GABR; SERAG, 2018)	NR	Severa a profunda (40)	NR	Pré-lingual (40)	4,14 para o grupo LIQ> 0.7 (n=20), 3,81 para o grupo LIQ<0.7 (n=20)	2,67 para o grupo com LIQ > 0.7 (n=20), 2,43 para o grupo com LIQ < 0.7 (n=20)	NR	NR	NR	NR	NR	NR
(JAROLL AHI et al., 2020)	Direita (20)	Profunda (20)	NR	Pré-lingual (20)	4,18	4,65	NR	Cochlear (20)	Nucleus CI21RE (2)	Freedom (20)	ACE (20)	NR
(MOURA D et al., 2016)	Direita (10)	NR	NR	Pré-lingual (10)	NR	NR	NR	MED-EL (10)	NR	NR	FS4 (10)	Ativos: 12/12
(RAHMAN et al., 2017)	Direita (25), esquerda (6)	NR	Hereditária e idiopática (NE)	Pré-lingual (31)	2,53 para o grupo com 1 ano de uso do IC (n=10), 2,13 para o grupo com 2 anos de uso do IC (n=12), 1,53 para o grupo com 3 anos de uso do IC (n=9)	1 para o grupo com 1 ano de uso do IC (n=10), 2 para o grupo com 2 anos de uso do IC (n=12), 3 para o grupo com 3 anos de uso do IC (n=9)	NR	MED-EL (22), Neurelec (9)	NR	EVO e OPUS 2 (NE)	NR	NR
N artigos	5	3	2	6	4	4	2	5	2	3	3	2
% artigos	83,4	50	33,4	100	66,7	66,7	33,4	83,4	33,4	50	50	33,4
Efeito possível	NR	NR	NR	NR	Correlação positiva	Correlação negativa	NR	NR	Menores amplitude	NR	SPEAK produz	NR

**nos
resultado
s do
PEATEf**

para
amplitude
, área e
slope VA
(GABR;
SERAG,
2018)

para as
latências
das ondas
V, A, O e
C
(RAHMA
N et al.,
2017)

s Nucleus
22 com
artefato
de baixa
frequênci
a
(BinKha
mis et al.,
2019b).
Não
modifica
as
latências
das ondas
(RAHMA
N et al.,
2017)

menores
amplitudes
com
artefato de
alta ou
baixa
frequência
(BinKham
is et al.,
2019b).

LEGENDA: ACE: Advanced Combination Encoder; BP, bipolar; FS4, fine structure four; IC, implante coclear; NE – Não especificado; NR não reportado; PA, perda auditiva; PEATEf, Potencial evocado auditivo de tronco encefálico eliciado por estímulo de fala

Tabela 3 - Parâmetros de aquisição do Potencial Evocado Auditivo de Tronco encefálico eliciado por estímulo de fala em usuários de IC e indivíduos com audição normal nos estudos

Estudo (Autor (es)., ano)	Posicionamento do alto-falante	Características do estímulo de fala /da/			Orelha	Montagem dos eletrodos*	Taxa de apresentação (est/ms)	Número total de varreduras	Janela (ms)	Filtros (passa-alta – passa-baixa) (Hz)	Impedância dos eletrodos / rejeição de artefatos	Estratégia para diminuição do artefato do IC
		Duração (ms)	Intensidade	Polaridade								
(BINKH AMIS et al., 2019b)	45° azimuth, a 1,1 metro do microfone processador de fala do IC	40	70 dB-A	Alternada	OD/OE	Cz (+), A1 e A2 (-) e Fz (neutro)	9.1	10.000	NR	100 -3000	< 3 kΩ / NR	SIM
(GABR; HASSA AN, 2015)	45° azimuth, a 50 cm do lado da orelha com IC	206	70 dBHL	Alternada	OD/OE	Fz (+), M1 e M2 (-) e Fpz (neutro)	11.1	3.072	75	150– 1500	NR / NR	NR
(GABR; SERAG, 2018)	45° azimuth, a 1 metro do lado da orelha com IC	NR	70dBHL	Alternada	NR	Fz (+), M1 e M2 (-) e Fpz (neutro)	11.1	NR	75	150– 1500	NR / NR	NR
(JARO LLAHI et al., 2020)	45° azimuth, a 1 metro do nível da orelha com IC	40	50dB (SL)	Alternada	OD	Cz (+), A1 e A2 (-), Fpz (neutro)	9.1	4.000	60	100 -2000	< 5 kΩ / NR	NR
(MOU RAD et al., 2016)	90° azimuth, a 30 cm da cabeça	40	70 dBHL	Alternada	OD	Fpz, M1 e queixo (neutro)	2.1	1.000	60	30 -3000	<3kΩ / NR	NR

(RAH MAN et al., 2017)	0° azimuth, a 1 metro do participante	40	80 dB SPL	Alternada	OD/ OE	Cz (+), M1 (-) e FPz (neutro)	10.9	6.000	62	100 – 2000	<5 kΩ / ±31 mV (miogênicos)	SIM
---------------------------------	--	----	--------------	-----------	-----------	-------------------------------------	------	-------	----	------------	-----------------------------------	-----

LEGENDA: * pontos de estimulação baseado no sistema internacional 10-20 (A1, lóbulo da orelha esquerda; A2, lóbulo da orelha direita; Cz, vértex; Fpz, testa; Fz, frente; M1, mastoide esquerda; M2, mastoide direita); -, eletrodo referência (negativo); +, eletrodo ativo (positivo); dB, decibel; Est, estímulo; NR, não reportado; OD, orelha direita; OE, orelha esquerda; SPL, nível de pressão sonora

Tabela 4 - Medidas de análise do Potencial Evocado Auditivo de Tronco encefálico eliciado por estímulo de fala utilizados pelos estudos incluídos

Método de análise	Descrição	Mensura	Medidas de análise	Estudos
Latência e amplitude de pico	Delineamento dos picos das respostas	Periodicidade da resposta ao estímulo	Latências e amplitudes das ondas V, A, C, D, E, F e O Duração, slope e área do complexo VA	BinKhamis et al., (2019); Gabr and Hassaan, (2015); Gabr and Serag, (2018); Jarollahi et al., (2020); Mourad et al., (2016); Rahman et al., (2017)
RMS	Medida global de magnitude	Relação sinal-ruído	RSM	Jarollahi et al., (2020); Mourad et al., (2016)
Correlação	Compara o tempo e morfologia de dois sinais	Reprodutibilidade entre estímulo-resposta e resposta-resposta	Atraso neural	Jarollahi et al., (2020); Mourad et al., (2016)
Análise de Fourier	Representação de domínio de frequência da resposta	Precisão e magnitude do bloqueio de fase neural em frequências específicas	F0, F1 e HF	Jarollahi et al., (2020)

LEGENDA: F0, frequência fundamental; F1, primeiro formante; HF, altas frequências; RMS, root mean square (em português, valor quadrático médio ou valor eficaz); VA, complexo das ondas V e A;

Tabela 5 - Resultados do Potencial Evocado Auditivo de Tronco encefálico eliciado por estímulo de fala em usuários de implante coclear, conforme grupos amostrais dos estudos incluídos na revisão

Estudo (Autor(es), ano)	(BINK HAMIS et al., 2019b)	(GABR; HASSAAN, 2015)	(GABR; SERAG, 2018)	Rahman et al., (2017)			(MOURAD et al., 2016)	(JAROLLAHI et al., 2020)			
Resultados do PEATEF / Grupo (n)	CI07 e CI08 (n=2)	Bons S- CAEPs (n=9)	Pobres S- CAEPs (n=11)	LIQ >0.7 (n=20)	LIQ <0.7 (n=20)	1 ano de uso do IC (n=10)	2 anos de uso do IC (n=12)	3 anos de uso do IC (n=9)	IC (n=10)	IC (n=20)	AN (n=20)
Latência em ms (SD)											
V	8.22	9.6 (1.9) ^A	10.3 (1.6) ^B	-	-	9.35 (0.58) ^{AC}	8.65 (0.16) ^{BC}	7.27 (0.62) ^C	2.59	11.92 (0.49) ^{AB}	9.51 (0.30) ^B
A	12.1	12.9 (1.8) ^A	14.7 (1.9) ^B	-	-	10.6 (0.77) ^{AC}	9.86 (0.11) ^B	9.20 (1.67) ^C	4.5	13.43 (0.32) ^{AB}	10.91 (0.31) ^B
C	NR	23.4 (2.4) ^{AB}	26.9 (1.4) ^B	-	-	14.0 (1.99) ^{ABC}	13.0 (0.88) ^B	15.3 (2.18) ^C	19.77	24.32 (0.41) ^{AB}	20.42 (0.98) ^B
D	22.9	31 (3.6) ^{AB}	35.1 (1.2) ^B	-	-	20.5 (1.06) ^A	20.3 (0.78) ^B	22.2 (4.53) ^C	23.39	27.71 (0.58) ^{AB}	25.27 (1.26) ^B
E	29.7	38.7 (4.8) ^{AB}	45 (0.9) ^B	-	-	26.6 (1.86) ^A	25.1 (2.97) ^B	24.18	31.64	36.52 (0.87) ^{AB}	34.54 (0.91) ^B
F	38.3	48 (5.6) ^{AB}	53.3 (1.9) ^B	-	-	38.0 (0.001) ^{AC}	39.0(0.001) ^{BC}	(4.10) ^C	-	45.64 (1.03) ^{AB}	42.93 (0.95) ^B
O	46.2	56.9 (5.4) ^{AB}	63 (2.2) ^B	-	-	46.3 (3.88) ^{AC}	52.0(0.001) ^B	39.8 (2.89) ^C	-	54.16 (0.48) ^A	51.15 (0.62) ^B
								45.7 (3.38) ^C			
Amplitude em µV (SD)											
V	NR	0.4 (0.1) ^A	0.3 (0.2) ^B	-	-	-	-	-	14.79	0.12 (0.04) ^{AB}	0.17 (0.08) ^B
A	0.96	0.7 (0.7) ^A	0.3 (0.1) ^B	-	-	-	-	-	9.74	-0.14 (0.05) ^{AB}	-0.20 (0.07) ^B
C	NR	0.6 (0.5) ^A	0.3 (0.2) ^B	-	-	-	-	-	2.11	-0.09 (0.03) ^{AB}	-0.14 (0.08) ^B
D	2.04	1.1 (1) ^{AB}	0.6 (0.3) ^B	-	-	-	-	-	6.29	-0.26 (0.07) ^{AB}	-0.18 (0.06) ^B
E	0.79	0.9 (0.5) ^{AB}	0.4 (0.3) ^B	-	-	-	-	-	7.27	-0.24 (0.04) ^{AB}	-0.17 (0.05) ^B
F	1.49	1 (0.6) ^{AB}	0.4 (0.3) ^B	-	-	-	-	-	-	-0.18 (0.05) ^{AB}	-0.12 (0.04) ^B
O	0.87	1.1 (0.6) ^{AB}	0.5 (0.3) ^B	-	-	-	-	-	-	-0.12 (0.03) ^{AB}	-0.16 (0.08) ^B
Slope VA em µV/ms (SD)	-	-	-	1.88 (2.24) ^{AB}	0.47 (0.48) ^B	NR	NR	NR	-	-	-
Area VA em µV X ms (SD)	-	-	-	18.65 (5.38) ^{AB}	9.55 (6.79) ^B	-	-	-	-	-	-
Amplitu de VA	-	-	-	5.06 (3.46) ^{AB}	2.11 (3.32) ^B	-	-	-	-	-	-
Duraçã o VA	-	-	-	3.7 (2.2) ^A	3.22 (1.28) ^B	-	-	-	-	-	-

Medidas espectrais em μV (SD)												
HF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.04 (2.44) ^{AB}	9.89 (4.03) ^B
F0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.25 (1.01) ^{AB}	4.58 (1.44) ^B
F1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.44 (0.24) ^{AB}	1.68 (0.93) ^B

^{ABC} Grupos de letras nas médias representam as múltiplas comparações de testes estatísticos. Médias ou pares de médias com letras diferentes indicam diferenças entre os grupos. CI07 e CI08, média de dois participantes que tiveram respostas válidas características do PEATEf; CAEPs, potencial evocado auditivo cortical; LIQ, quociente de melhoria de linguagem; IC, Implante Coclear; AN, audição normal; PEATEf, potencial evocado auditivo de tronco encefálico eliciado por estímulo de fala; NR, não reportado; SD, desvio padrão; μV , microvolts; ms, milissegundos; VA, complexo das ondas V e A; F0, frequência fundamental; F1, primeiro formante; HF, altas frequências

Tabela 6 - Avaliação da qualidade metodológica dos estudos transversais incluídos na revisão sistemática pelo Newcastle-Ottawa

Quality Assessment Scale adapted for cross-sectional Studies

Estudo (Autor(es)., ano)	Seleção (Máximo: ★★★★★)				Comparabilidade (Máximo: ★★)	Resultado (Máximo: ★★★)		Total	Qualidade do estudo
	Representatividade da amostra	Tamanho da amostra	Não respondentes	Verificação da exposição (fator de risco)	Comparabilidade de Sujeitos em diferentes grupos de resultados. Fatores de confusão controlados	Avaliação do resultado	Teste estatístico		
(BINKHAMI S et al., 2019b)	-	-	-	-	★	★	★	3	Baixa
(GABR; HASSAAN, 2015)	-	-	-	★	★	★	★	4	Baixa
(GABR; SERAG, 2018)	-	-	-	★	★	★	★	4	Baixa
(JAROLLAHI et al., 2020)	-	-	-	★	★	★	★	4	Baixa
(MOURAD et al., 2016)	-	-	-	★	-	★	★	3	Baixa
(RAHMAN et al., 2017)	-	-	-	★	★	★	★	4	Baixa

-, critério de qualidade não atendido ou informações insuficientes; ★★, critério de qualidade completamente atendido; ★, critério de qualidade atendido.

Tabela 7 - Concordância entre avaliadores para qualidade metodológica por estudo

Estudo (Autor(es), ano)	Avaliador 1	Avaliador 2	Medidas simétricas para o Teste Kappa (K ^a)			
			K ^a	Std. Error ^a	Approx. T ^b	p- value
(BINKHAMIS et al., 2019b)	Baixa	Baixo				
(GABR; HASSAAN, 2015)	Baixa	Moderada	0,000	0,000	0,000	1,000
(GABR; SERAG, 2018)	Baixa	Baixa				
(JAROLLAHI et al., 2020)	Baixa	Baixa				
(MOURAD et al., 2016)	Baixa	Baixa				
(RAHMAN et al., 2017)	Baixa	Baixa				

Nota. a, não assumindo a hipótese nula; b, usando o erro padrão assintótico assumindo a hipótese nula; Ka, coeficientes Kappa entre 0,61 e 0,80 são considerados substanciais; acima de .80, muito bom (Landis & Koch, 1977).

Referência

Landis, J.R., & Koch, G.G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33, 159–174. PubMed doi:10.2307/252931

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nesta revisão evidenciaram que apesar da possível aplicabilidade do PEATEf em usuários de IC para a investigação do processamento de fala e variabilidade das funções de linguagem e audição em comparação a indivíduos com audição normal, variações nos parâmetros de aquisição e análise são frequentes entre os estudos, limitando a generalização dos achados.

Em contrapartida, usuários de IC podem apresentar piores respostas no PEATEf quando comparado a indivíduos com audição normal, ao confrontar com dados normativos na literatura para indivíduos com audição normal, haja vista escassez de estudos comparativos. Isso sugere que usuários de IC podem apresentar dificuldades na codificação neural da fala no tronco encefálico por comprometimentos nas vias auditivas.

Contudo, devido às variações metodológicas e lacunas sobre a confiabilidade das respostas obtidas no PEATEf pelos estudos, não é possível realizar inferências e extrapolar os achados para a prática clínica. É recomendável a normatização dos parâmetros de aquisição e análise do PEATEf para usuários de IC em pesquisas futuras, considerando os desafios associados à sua realização, como a possibilidade de artefatos produzidos pelos dispositivos.

Portanto, sugere-se que os novos estudos se preocupem em validar quais recursos podem ser incorporados ou desenvolvidos para melhorar as técnicas de aquisição e análise do PEATEf em usuários de IC, incluindo minimização de artefatos, para finalmente confirmar se as diferenças entre os resultados do PEATEf são clinicamente válidas e afetam significativamente as funções de audição e linguagem.

REFERÊNCIAS

- ABDALAA, C.; FOLSOM, R. C. Frequency contribution to the click-evoked auditory brainstem response in human adults and infants. **Journal of the Acoustical Society of America**, v. 97, n. 4, p. 2394–2404, 1995.
- AIKEN, S. J.; PICTON, T. W. Envelope and spectral frequency-following responses to vowel sounds. **Hearing Research**, v. 245, n. 1–2, p. 35–47, nov. 2008a.
- AIKEN, S.; PICTON, T. Human Cortical Responses to the Speech Envelope. **Ear Hear**, v. 29, n. 2, p. 139–157, 2008b.
- AKHOUN, I. et al. Speech auditory brainstem response (speech ABR) characteristics depending on recording conditions, and hearing status: An experimental parametric study. **Journal of Neuroscience Methods**, v. 175, n. 2, p. 196–205, 2008a.
- AKHOUN, I. et al. The temporal relationship between speech auditory brainstem responses and the acoustic pattern of the phoneme /ba/ in normal-hearing adults. **Clinical Neurophysiology**, v. 119, n. 4, p. 922–933, 2008b.
- AKHOUN, I. et al. Speech auditory brainstem response (speech ABR) characteristics depending on recording conditions, and hearing status. An experimental parametric study. **Journal of Neuroscience Methods**, v. 175, n. 2, p. 196–205, 15 nov. 2008c.
- ALBERTI, P. W. **THE ANATOMY AND PHYSIOLOGY OF THE EAR AND HEARING**. 1. ed. Geneva: World Health Organization, 2001.
- ALMEIDA, R. P. DE et al. Quality of life evaluation in children with cochlear implants. **CoDAS**, v. 27, n. 1, p. 29–36, 2015.
- ALMEIDA, G. F. L. et al. Sequential bilateral cochlear implant: results in children and adolescents. **Brazilian journal of otorhinolaryngology**, 18 ago. 2018.
- ALVES, M. et al. HABILIDADES AUDITIVAS E LINGUAGEM EM CRIANÇAS COM IMPLANTE COCLEAR AUDITORY ABILITIES AND LANGUAGE IN CHILDREN WITH COCHLEAR IMPLANT. **Cadernos Otorrinolaringologia - CLÍNICA, INVESTIGAÇÃO E INOVAÇÃO**, 2013.
- ANANTHAKRISHNAN, S.; LUO, X.; KRISHNAN, A. Human Frequency Following Responses to Vcoded Speech. **Ear and hearing**, v. 38, n. 5, p. e256–e267, 2017.
- ANDERSON, S.; KRAUS, N. Objective Neural Indices of Speech-in-Noise Perception. **Trends amplif.**, v. 14, n. 2, p. 73–83, 2010a.
- ANDERSON, S.; KRAUS, N. Sensory-Cognitive Interaction in the Neural Encoding of Speech in Noise: A Review. **J Am Acad Audiol**, v. 21, n. 9, p. 575–585, 2010b.
- ANDERSON, S.; KRAUS, N. The Potential Role of the cABR in Assessment and Management of Hearing Impairment. **International journal of otolaryngology**, v. 2013, p.

604729, 30 jan. 2013.

ANDRIGUETTO, C.; MORETTI, M.; RIBAS, A. Desenvolvimento de linguagem e sua relação com a perda auditiva. **Tuiuti: Ciência e Cultura**, v. 4, n. 52, p. 83–95, 2016.

ANGELO, T. C. S. DE; BEVILACQUA, M. C.; MORET, A. L. M. Percepção da fala em deficientes auditivos pré-linguais usuários de implante coclear. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, v. 22, n. 3, p. 275–280, set. 2010.

BAHMER, A.; POLAK, M.; BAUMANN, U. Recording of electrically evoked auditory brainstem responses after electrical stimulation with biphasic, triphasic and precision triphasic pulses. **Hearing Research**, v. 259, n. 1, p. 75–85, 2010.

BARALDI, G. DOS S.; ALMEIDA, L. C. DE; BORGES, A. C. DE C. Evolução da perda auditiva no decorrer do envelhecimento. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 73, n. 1, p. 64–70, fev. 2007.

BECK, R. M. DE O. **Comparação entre respostas auditivas de estado estável e avaliação comportamental em crianças candidatas ao implante coclear TT - Comparison between Auditory Steady-State Responses and behavioral audiometry in pediatric cochlear implant candidates**, 2015. Disponível em:

<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5143/tde-11082015-145155/pt-br.php>>

BENTO, D. ET AL. Auditory System Rehabilitation Available Technologies. **Biomedical Engineering and Informatics (BMEI)**, v. 3rd, n. 1, p. 1806–1810, 2010.

BIDELMAN, G. M. Multichannel recordings of the human brainstem frequency-following response: scalp topography, source generators, and distinctions from the transient ABR. **Hearing research**, v. 323, p. 68–80, maio 2015.

BIDELMAN, G. M. Subcortical sources dominate the neuroelectric auditory frequency-following response to speech. **NeuroImage**, v. 175, p. 56–69, 2018.

BIESHEUVEL, J. D. et al. Channel discrimination along all contacts of the cochlear implant electrode array and its relation to speech perception. **International Journal of Audiology**, v. 58, n. 5, p. 262–268, 4 maio 2019.

BINKHAMIS, G. et al. Speech Auditory Brainstem Responses: Effects of Background, Stimulus Duration, Consonant–Vowel, and Number of Epochs. **Ear and Hearing**, v. 40, n. 3, p. 659–670, 1 maio 2019a.

BINKHAMIS, G. et al. Speech-ABRs in cochlear implant recipients: feasibility study. **International Journal of Audiology**, v. 58, n. 10, p. 678–684, 3 out. 2019b.

BITTENCOURT, A. G. et al. Prelingual deafness: Benefits from cochlear implants versus conventional hearing aids. **Int. arch. otorhinolaryngol. (Impr.)**, v. 16, n. 3, p. 387–390, 2012.

BLAMEY, P. et al. Factors Affecting Auditory Performance of Postlinguistically Deaf Adults Using Cochlear Implants: An Update with 2251 Patients. **Audiology and Neurotology**, v. 18,

n. 1, p. 36–47, dez. 2013.

BLANKENSHIP, C.; ZHANG, F.; KEITH, R. Behavioral measures of temporal processing and speech perception in cochlear implant users. **Journal of the American Academy of Audiology**, v. 27, n. 9, p. 701–713, 1 out. 2016.

BLAZER, D. G.; DOMNITZ, S.; LIVERMAN, C. T. **HEARING HEALTH CARE FOR ADULTS Priorities for Improving Access and Affordability Committee on Accessible and Affordable Hearing Health Care for Adults**. Washington, DC: National Academies Press (US), 2016.

BORKOVSKI, A.; BIDA, L. C.; POLIDO, C. Reabilitação Auditiva e Implante Coclear: revisão integrativa de literatura. **Trabalhos de Conclusão de Curso - Faculdade Sant'ana**, v. 0, n. 0, 14 nov. 2018.

BROWN, C. S. et al. **Global Hearing Loss Prevention Otolaryngologic Clinics of North America** W.B. Saunders, , 1 jun. 2018.

BÜCHNER, A.; GÄRTNER, L. [Technical advancements in cochlear implants : State of the art]. **HNO**, v. 65, n. 4, p. 276–289, abr. 2017.

CALDWELL, M. T.; JIAM, N. T.; LIMB, C. J. **Assessment and improvement of sound quality in cochlear implant users Laryngoscope investigative otolaryngology** NLM (Medline), , 1 jun. 2017.

CARLSON, M. L. et al. Cochlear Implantation: Current and Future Device Options. **Otolaryngologic Clinics of North America**, v. 45, n. 1, p. 221–248, fev. 2012.

CHANDRASEKARAN, B.; KRAUS, N. The scalp-recorded brainstem response to speech: Neural origins and plasticity. **Psychophysiology**, v. 47, n. 2, p. 236–246, 1 mar. 2010.

CHEN, F.; HU, Y. Segmental contributions to cochlear implant speech perception. **Speech Communication**, v. 106, p. 79–84, 1 jan. 2019.

CHERMAK, G.; BELLIS, T.; MUSIEK, F. Neurobiology, cognitive science and intervention. In: **Handbook of (central) auditory processing disorder: auditory neuroscience and clinical diagnosis**. . 2. ed. San Diego: Plural Publishing, 2007. v. 2p. 3–28.

CHING, T. Y. et al. Factors influencing speech perception in noise for 5-year-old children using hearing aids or cochlear implants. **International journal of audiology**, v. 57, n. sup2, p. S70–S80, 2018.

COFFEY, E. B. J. et al. Cortical contributions to the auditory frequency-following response revealed by MEG. **Nature Communications**, v. 7, n. 1, p. 11070, 24 abr. 2016.

COFFEY, E. B. J. et al. Neural Correlates of Early Sound Encoding and their Relationship to Speech-in-Noise Perception. **Frontiers in Neuroscience**, v. 11, p. 479, 25 ago. 2017.

CORDEIRO, B. B.; BANHARA, M. R.; MENDES, C. M. C. Ganho auditivo e influência do tempo de privação auditiva na percepção de fala em usuários de implante coclear. **Audiology**

- **Communication Research**, v. 25, 2020.

COUTINHO, M. B.; PIA, M. **Próteses Auditivas Osteo-Ancoradas**. [s.l: s.n.].

CRISTOFARI, E. et al. A Multicenter Clinical Evaluation of Data Logging in Cochlear Implant Recipients Using Automated Scene Classification Technologies. **Audiology and Neurotology**, v. 22, n. 4–5, p. 226–235, 1 mar. 2018.

CROWSON, M. G. et al. Quality of Life and Cost-Effectiveness of Cochlear Implants: A Narrative Review. **Audiology & neuro-otology**, v. 22, n. 4–5, p. 236–258, 2017.

CURTIN, S. et al. Speech perception: Development. In: **The Curated Reference Collection in Neuroscience and Biobehavioral Psychology**. [s.l.] Elsevier Science Ltd., 2016. p. 233–238.

CYSNEIROS, H. R. S. et al. Relação entre percepção auditiva e produção vocal em implantados cocleares: uma revisão sistemática TT - Relationship between auditory perception and vocal production in cochlear implantees: a systematic review. **CoDAS**, v. 28, n. 5, p. 634–639, 2016.

DA SILVA, L. S. G.; GONÇALVES, C. G. DE O.; SOARES, V. M. N. National policy on health care hearing: An evaluative study from covering services and diagnostic procedures. **CODAS**, v. 26, n. 3, p. 241–247, 2014.

DABDOUB, A.; NISHIMURA, K. Cochlear Implants Meet Regenerative Biology: State of the Science and Future Research Directions. **Otology and Neurotology**, v. 38, n. 8, p. e232–e236, 1 set. 2017.

DAHMEN, J. C.; KING, A. J. Learning to hear: plasticity of auditory cortical processing. **Current Opinion in Neurobiology**, v. 17, n. 4, p. 456–464, ago. 2007.

DANIELI, F. **Reconhecimento de fala com e sem ruído competitivo em crianças usuárias de implante coclear utilizando dois diferentes processadores de fala**. São Carlos: Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Universidade de São Paulo, 10 jun. 2010.

DAVIDSON, L. S. et al. Effects of Early Acoustic Hearing on Speech Perception and Language for Pediatric Cochlear Implant Recipients. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 62, n. 9, p. 3620–3637, 20 set. 2019.

DE MELO, T. M. et al. Influence of signal processing strategy in auditory abilities. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 79, n. 5, p. 629–635, set. 2013.

DE RUITER, A. M. et al. Amplitude Modulation Detection and Speech Recognition in Late-Implanted Prelingually and Postlingually Deafened Cochlear Implant Users. **Ear and hearing**, v. 36, n. 5, p. 557–66, 2015.

DINGEMANSE, J. G.; GOEDEGEBURE, A. The Important Role of Contextual Information in Speech Perception in Cochlear Implant Users and Its Consequences in Speech Tests. **Trends in hearing**, v. 23, p. 2331216519838672, 17 jan. 2019.

- DUARTE, M.; GRESELE, A. D. P.; PINHEIRO, M. M. C. Temporal processing in postlingual adult users of cochlear implant TT - Processamento temporal em adultos pós-linguais usuários de implante coclear. **Braz. j. otorhinolaryngol. (Impr.)**, v. 82, n. 3, p. 304–309, 2016.
- DUNN, C. C. et al. Longitudinal Speech Perception and Language Performance in Pediatric Cochlear Implant Users. **Ear and Hearing**, v. 35, n. 2, p. 148–160, mar. 2014.
- EASWAR, V. et al. Factors Affecting Daily Cochlear Implant Use in Children: Datalogging Evidence. **Journal of the American Academy of Audiology**, v. 27, n. 10, p. 824–838, 2016.
- EISENBERG, L. S. et al. Speech Recognition at 1-Year Follow-Up in the Childhood Development after Cochlear Implantation Study: Methods and Preliminary Findings. **Audiology and Neurotology**, v. 11, n. 4, p. 259–268, jun. 2006.
- ERDEM, B. K.; CIPRUT, A. Evaluation of Speech, Spatial Perception and Hearing Quality in Unilateral, Bimodal and Bilateral Cochlear Implant Users. **Turkish Archives of Otorhinolaryngology**, v. 57, n. 3, p. 149–153, 1 out. 2019.
- FÁVERO, M. L. et al. Changes in click characteristics during ABR recording. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 73, n. 1, p. 7–11, 2007.
- FRANCELIN, M. A. S.; MOTTI, T. F. G.; MORITA, I. As implicações sociais da deficiência auditiva adquirida em adultos. **Saude e Sociedade**, v. 19, n. 1, p. 180–192, jan. 2010.
- FRANCOIS, M. et al. Hearing impairment in infants after meningitis: Detection by transient evoked otoacoustic emissions. **J Pediatr**, v. 130, n. 5, p. 712–717, 1997.
- FRIESEN, L. M.; PICTON, T. W. A method for removing cochlear implant artifact. **Hearing Research**, v. 259, n. 1–2, p. 95–106, jan. 2010.
- GABR, T. A.; HASSAAN, M. R. Speech processing in children with cochlear implant. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v. 79, n. 12, p. 2028–2034, dez. 2015.
- GABR, T. A.; SERAG, S. A. Speech auditory evoked potentials in cochlear implant recipients in relation to rehabilitation outcomes. **Hearing, Balance and Communication**, v. 16, n. 4, p. 255–262, 2 out. 2018.
- GABRIEL, L. B. et al. **Parameters for applying the brainstem auditory evoked potential with speech stimulus: Systematic review** **International Archives of Otorhinolaryngology** Georg Thieme Verlag, , 1 out. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/>>. Acesso em: 13 jul. 2020
- GAMA, N.; PERETZ, I.; LEHMANN, A. Recording the human brainstem frequency-following-response in the free-field. **Journal of neuroscience methods**, v. 280, p. 47–53, 2017.
- GELNETT, D. et al. **Development of the Hearing in Noise Test for Children (HINT-C)**. Annu Meet Am Acad Audiol. **Anais...**Dallas: 1995

GILLEY, P. M. et al. Minimization of cochlear implant stimulus artifact in cortical auditory evoked potentials. **Clinical Neurophysiology**, v. 117, n. 8, p. 1772–1782, ago. 2006.

GIUSTI, O. J. C. **Estudo da percepção da fala de indivíduos adultos usuários de implante coclear unilateral**. [s.l.: s.n.]. Disponível em:

<<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/169701>>. Acesso em: 25 jun. 2020.

GOLFINOS, J. G.; ROLAND, J. T.; RODGERS, S. D. Auditory brainstem implants. **Journal of Neurosurgery**, v. 120, n. 2, p. 543–545, 2014.

GORDON, K. A.; VALERO, J.; PAPSIN, B. C. Auditory brainstem activity in children with 9–30 months of bilateral cochlear implant use. **Hearing Research**, v. 233, n. 1, p. 97–107, 2007.

GORGA, M.; ABBAS, P.; WORTHINGTON, D. Stimulus calibration in ABR measurements. In: J, J. (Ed.). **The Auditory Brainstem Response**. San Diego: College-Hill Press, 1985.

GRIZ, S. M. S. et al. Effect of Forward Masking on Frequency Following Response as a Function of Age. **Journal of the American Academy of Audiology**, v. 31, n. 5, p. 317–323, 1 maio 2020.

GROSE, J. H. et al. Masking Period Patterns and Forward Masking for Speech-Shaped Noise. **Ear and Hearing**, v. 37, n. 1, p. 48–54, 2016.

HALL, J. W. **New handbook of auditory evoked responses**. [s.l.] Pearson Education, Inc, 2015.

HAN, J.-H.; LEE, J.; LEE, H.-J. Noise-Induced Change of Cortical Temporal Processing in Cochlear Implant Users. **Clinical and Experimental Otorhinolaryngology**, 7 jan. 2020.

HANG, A. et al. Is “No Response” on Diagnostic Auditory Brainstem Response Testing an Indication for Cochlear Implantation in Children?. **Ear Hear**, v. 36, n. 1, p. 8–13, 2015.

HASKINS, H. **A phonetically balanced test of speech discrimination for children**. [s.l.] Northwestern University, 1949.

HAST, A. et al. Speech Perception of Elderly Cochlear Implant Users Under Different Noise Conditions. **Otology & Neurotology**, v. 36, n. 10, p. 1638–1643, 1 dez. 2015.

HICKOK, G.; POEPPPEL, D. Neural Basis of Speech Perception. In: **Neurobiology of Language**. [s.l.] Elsevier Inc., 2015. p. 299–310.

HODGE, S. E. et al. Forward Masking of the Speech-Evoked Auditory Brainstem Response. **Otology & Neurotology**, v. 39, n. 2, p. 150–157, fev. 2018.

HOFMANN, M.; WOUTERS, J. Electrically Evoked Auditory Steady State Responses in Cochlear Implant Users. **Journal of the Association for Research in Otolaryngology**, v. 11, n. 2, p. 267–282, 22 jun. 2010.

HOLT, L. L. Speech Perception: Adult. In: **Encyclopedia of Neuroscience**. [s.l.] Elsevier

Ltd, 2009. p. 219–226.

HOOD, L. A Review of Objective Methods of Evaluating Auditory Neural Pathways. **Laryngoscope**, v. 109, n. 11, p. 1745–1748, 1999.

HOPKINS, K. Chapter 27 - Deafness in cochlear and auditory nerve disorders. In: AMINOFF, M. J.; BOLLER, F.; SWAAB, D. F. B. T.-H. OF C. N. (Eds.). . **The Human Auditory System**. [s.l.] Elsevier, 2015a. v. 129p. 479–494.

HOPKINS, K. **Deafness in cochlear and auditory nerve disorders**. [s.l.] Elsevier, 2015b. v. 129

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, fev. 2012.

HORNICKEL, J.; KRAUS, N. Unstable representation of sound: A biological marker of dyslexia. **Journal of Neuroscience**, v. 33, n. 8, p. 3500–3504, 20 fev. 2013.

HORNICKEL, J.; SKOE, E.; KRAUS, N. Subcortical Laterality of Speech Encoding. **Audiology and Neurotology**, v. 14, n. 3, p. 198–207, 2009.

HUINCK, W. J.; MYLANUS, E. A. M.; SNIK, A. F. M. Expanding unilateral cochlear implantation criteria for adults with bilateral acquired severe sensorineural hearing loss. **European Archives of Oto-Rhino-Laryngology**, v. 276, n. 5, p. 1313–1320, 1 maio 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional de saúde : 2013 : ciclos de vida : Brasil, grandes regiões, unidades da federação**. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento., 2015.

ISIAIAH, A. et al. Clinical outcomes following cochlear implantation in children with inner ear anomalies. **International journal of pediatric otorhinolaryngology**, v. 93, p. 1–6, fev. 2017.

JAFARI, Z.; MALAYERI, S.; ROSTAMI, R. Subcortical encoding of speech cues in children with attention deficit hyperactivity disorder. **Clinical Neurophysiology**, v. 126, n. 2, p. 325–332, 1 fev. 2015.

JANESCHIK, S. et al. Influence of etiologic factors on speech perception of cochlear-implanted children. **Cochlear implants international**, v. 14, n. 4, p. 190–9, set. 2013.

JAROLLAHI, F. et al. Sound-Field Speech Evoked Auditory Brainstem Response in Cochlear-Implant Recipients. **Journal of Audiology and Otology**, v. 24, n. 2, p. 71–78, 10 abr. 2020.

JERGER, S.; JERGER, J. **Pediatric Speech Intelligibility Test** St. Louis, 1984.

JOHNSON, K. L. et al. Developmental plasticity in the human auditory brainstem. **The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience**, v. 28, n. 15, p. 4000–7, 9 abr. 2008.

JOY, D. A.; SREEDEVI, N. Temporal characteristics of stop consonants in pediatric cochlear implant users. **Cochlear implants international**, v. 20, n. 5, p. 242–249, set. 2019.

KAN, A. et al. Effect of mismatched place-of-stimulation on binaural fusion and lateralization in bilateral cochlear-implant users. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 134, n. 4, p. 2923–36, out. 2013.

KAN, A.; LITOVSKY, R.; GOUPELL, M. Effects of Interaural Pitch Matching and Auditory Image Centering on Binaural Sensitivity in Cochlear Implant Users. **Ear Hear**, v. 36, n. 3, p. e62–e68, 2015.

KAPLAN, D. M.; PUTERMAN, M. Pediatric cochlear implants in prelingual deafness: medium and long-term outcomes. **The Israel Medical Association journal : IMAJ**, v. 12, n. 2, p. 107–9, fev. 2010.

KENWAY, B. et al. Pitch discrimination: An independent factor in cochlear implant performance outcomes. **Otology and Neurotology**, v. 36, n. 9, p. 1472–1479, 1 out. 2015.

KIM, H. et al. Cochlear Implantation in Postlingually Deaf Adults is Time-sensitive Towards Positive Outcome: Prediction using Advanced Machine Learning Techniques. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, 1 dez. 2018.

KIRK, K. et al. Assessing speech perception in children. In: MENDEL, P. D.; LUCKS, L.; DANHAUER, J. L. (Eds.). . **Audiologic Evaluation and Management and Speech Perception Assessment**. [s.l.] Singular Pub Group, 1997. p. 101–132.

KIRK, K. I.; PISONI, D. B.; OSBERGER, M. J. Lexical effects on spoken word recognition by pediatric cochlear implant users. **Ear and Hearing**, v. 16, n. 5, p. 470–481, 1995.

KORAVAND, A. et al. Speech-evoked auditory brainstem responses in children with hearing loss. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v. 99, p. 24–29, 1 ago. 2017.

KRAL, A. [Early hearing experience and sensitive developmental periods]. **HNO**, v. 57, n. 1, p. 9–16, jan. 2009.

KRAL, A. Auditory critical periods: A review from system's perspective. **Neuroscience**, v. 247, p. 117–133, 2013.

KRAL, A.; EGGERMONT, J. J. **What's to lose and what's to learn: Development under auditory deprivation, cochlear implants and limits of cortical plasticity** **Brain Research Reviews**, nov. 2007.

KRAL, A.; HUBKA, P.; TILLEIN, J. Strengthening of hearing ear representation reduces binaural sensitivity in early single-sided deafness. **Audiology & neuro-otology**, v. 20 Suppl 1, p. 7–12, 2015.

KRAUS, N. et al. Auditory biological marker of concussion in children. **Scientific Reports**, v. 6, 22 dez. 2016.

KRAUS, N.; ANDERSON, S.; WHITE-SCHWOCH, T. The Frequency-Following Response:

A Window into Human Communication. In: [s.l.] Springer, Cham, 2017. p. 1–15.

KRISHNAN, A. Human frequency-following responses: representation of steady-state synthetic vowels. **Hearing Research**, v. 166, n. 1–2, p. 192–201, 1 abr. 2002.

KRISHNAN, A. et al. Language experience enhances early cortical pitch-dependent responses. **Journal of Neurolinguistics**, v. 33, p. 128–148, 1 fev. 2015.

KRIZMAN, J.; KRAUS, N. Analyzing the FFR: A tutorial for decoding the richness of auditory function. **Hearing research**, v. 382, p. 107779, out. 2019.

KUHL, P. K. A new view of language acquisition. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 97, n. 22, p. 11850–11857, 24 out. 2000.

LAMMERS, M. J. W. et al. Altered Cortical Activity in Prelingually Deafened Cochlear Implant Users Following Long Periods of Auditory Deprivation. **JARO - Journal of the Association for Research in Otolaryngology**, v. 16, n. 1, p. 159–170, 2015.

LASAK, J. M. et al. Hearing loss: diagnosis and management. **Primary care**, v. 41, n. 1, p. 19–31, mar. 2014.

LAZARD, D. S. et al. **Understanding the deafened brain: Implications for cochlear implant rehabilitation** *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases* Elsevier Masson SAS, , 2012.

LEFEBVRE, C. et al. Chapter 4: Searching for and selecting studies. In: HIGGINS, J. et al. (Eds.). . **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions version 6.0 (updated July 2019)**. [s.l.] Cochrane, 2019.

LEGATT, A. D. **Electrophysiologic auditory tests**. [s.l.] Elsevier, 2015. v. 129

LEIGH, J. et al. Relationship Between Objective and Behavioral Audiology for Young Children Being Assessed for Cochlear Implantation: Implications for CI Candidacy Assessment. **Otol Neurotol**, v. 40, n. 3, p. e252–e259, 2019.

LEITE, R. A. et al. Effect of hearing aids use on speech stimulus decoding through speech-evoked ABR. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 84, n. 1, p. 66–73, 2018.

LENARZ, M. et al. Effect of gender on the hearing performance of adult cochlear implant patients. **Laryngoscope**, v. 122, n. 5, p. 1126–1129, maio 2012.

LEWIS, C. S. *The Collected Letters of CS Lewis*. Harper Collins, 2009.

LITOVSKY, R. Y.; GORDON, K. **Bilateral cochlear implants in children: Effects of auditory experience and deprivation on auditory perception** *Hearing Research* Elsevier B.V., , 1 ago. 2016.

LOTTO, A. J.; HOLT, L. L. Speech Perception: The View from the Auditory System. In: **Neurobiology of Language**. [s.l.] Elsevier Inc., 2015. p. 185–194.

- LOURENCONE, L. et al. VIBRANT SOUNDBRIDGE IN ATRESIA OF EAR: SIMULTANEOUS BILATERAL SURGERY. **International Archives of Otorhinolaryngology**, 2012.
- LUND, E. Vocabulary Knowledge of Children With Cochlear Implants: A Meta-Analysis. **Journal of Deaf Studies and Deaf Education**, v. 21, n. 2, p. 107–121, abr. 2016.
- LUNDIN, K.; STILLESJÖ, F.; RASK-ANDERSEN, H. Experiences and Results from Cochlear Implantation in Patients with Long Duration of Deafness. **Audiology and Neurotology Extra**, v. 4, n. 2, p. 46–55, 8 ago. 2014.
- MA, N.; MORRIS, S.; KITTERICK, P. T. Benefits to Speech Perception in Noise From the Binaural Integration of Electric and Acoustic Signals in Simulated Unilateral Deafness. **Ear and hearing**, v. 37, n. 3, p. 248–59, 2016.
- MACHEREY, O.; CARLYON, R. P. **Cochlear implants**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <[https://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822\(14\)00769-6.pdf](https://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822(14)00769-6.pdf)>. Acesso em: 18 maio. 2019.
- MAHMOUD, A.; RUCKENSTEIN, M. Speech Perception Performance as a Function of Age at Implantation Among Postlingually Deaf Adult Cochlear Implant Recipients. **Otol Neurotol**, v. 35, n. 10, p. e286–e291, 2014.
- MANRIQUE, M. et al. Speech perception with the ACE and the SPEAK speech coding strategies for children implanted with the Nucleus® cochlear implant. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v. 69, n. 12, p. 1667–1674, dez. 2005.
- MASSARO, D. W. Speech Perception. In: **International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences**. [s.l.] Pergamon, 2001. p. 14870–14875.
- MATAS, G. C.; MAGLIARO, F. C. L. Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico. In: BOÉCHAT, E. M. (Ed.). **Tratado de audiologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015. p. 211–223.
- MATTYS, S. L. Speech Perception. In: **The Oxford handbook of cognitive psychology**. [s.l.: s.n.]. p. 391–411.
- MC LAUGHLIN, M. et al. Cochlear implant artifact attenuation in late auditory evoked potentials: A single channel approach. **Hearing Research**, v. 302, p. 84–95, ago. 2013.
- MCKINNON, B. J. Cost effectiveness of cochlear implants. **Current opinion in otolaryngology & head and neck surgery**, v. 22, n. 5, p. 344–8, out. 2014.
- MCROBERTS, G. W. Speech Perception. In: **Encyclopedia of Infant and Early Childhood Development**. [s.l.] Elsevier Inc., 2008. v. 1–3p. 244–253.
- MELO, T. M. DE; MORET, A. L. M.; BEVILACQUA, M. C. Avaliação da produção de fala em crianças deficientes auditivas usuárias de Implante Coclear Multicanal TT - Speech production outcomes in children with Multichannel Cochlear Implants. **Rev. Soc. Bras. Fonoaudiol**, v. 13, n. 1, p. 45–51, 2008.

- MENDES, B. C. A.; BARZAGHI, L. Percepção e produção da fala e deficiência auditiva. In: BEVILACQUA, ET AL. (Ed.). **Tratado de Audiologia**. São Paulo: Ed. Santos, 2011. p. 653–669.
- MENESES, M. S. DE; CARDOSO, C. C.; SILVA, I. M. DE C. Fatores que interferem no desempenho de usuários de implante coclear em testes de percepção de fala. **Revista CEFAC**, v. 16, n. 1, p. 65–71, mar. 2014.
- MITTERER, H.; CUTLER, A. Speech Perception. In: **Encyclopedia of Language & Linguistics (Second Edition)**. 2. ed. [s.l.] Elsevier, 2006. v. 1p. 770–782.
- MODESTI, P. A. et al. Panethnic Differences in Blood Pressure in Europe: A Systematic Review and Meta-Analysis. **PLOS ONE**, v. 11, n. 1, p. e0147601, 25 jan. 2016.
- MOHER, D. et al. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. **PLoS Medicine**, v. 6, n. 7, p. e1000097, 21 jul. 2009.
- MOOG, J.; GEERS, A. **Early Speech Perception Test for profoundly hearing-impaired children** St. Louis, 1990.
- MOURAD, M. et al. Templates for speech-evoked auditory brainstem response performance in cochlear implantees. **Advanced Arab Academy of Audio-Vestibology Journal**, v. 3, n. 2, p. 25, 2016.
- MOZAFFARILEGHA, M. et al. COMPLEXITY-BASED ANALYSIS of the DIFFERENCE in SPEECH-EVOKED AUDITORY BRAINSTEM RESPONSES (s-ABRs) between BINAURAL and MONAURAL LISTENING CONDITIONS. **Fractals**, v. 26, n. 4, p. 1850052–108, 1 ago. 2018.
- MULLER, R. [UNIFESP]. Auto Percepção Do Benefício Auditivo E O Reconhecimento De Fala Em Usuários De Implante Coclear. 18 jan. 2018.
- MUNIZ, L. F. .; GOFFI-GOMEZ, M. V. S. .; PERALTA, C. G. O. “Principos da atuação fonoaudiológica com implante coclear.” In: **Tratado de Otorrinolaringologia**. [s.l.] Editora Roca São Paulo, 2011. p. 439–56.
- MUSACCHIA, G. et al. Effects of noise and age on the infant brainstem response to speech. **Clinical Neurophysiology**, v. 129, n. 12, p. 2623–2634, 2018.
- MUSACCHIA, G.; STRAIT, D.; KRAUS, N. Relationships between behavior, brainstem and cortical encoding of seen and heard speech in musicians and non-musicians. **Hear. res.**, v. 241, n. 1, p. 34–42, 2008.
- NASCIMENTO, L. T. DO; BEVILACQUA, M. C. Avaliação da percepção da fala com ruído competitivo em adultos com implante coclear TT - Evaluation of speech perception in noise in cochlear implanted adults. **Rev. bras. otorrinolaringol**, v. 71, n. 4, p. 432–438, 2005a.
- NASCIMENTO, L. T. DO; BEVILACQUA, M. C. Avaliação da percepção da fala com ruído competitivo em adultos com implante coclear. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**,

v. 71, n. 4, p. 432–438, ago. 2005b.

NIDCD. **Cochlear Implants**. Disponível em: <<https://www.nidcd.nih.gov/health/cochlear-implants>>. Acesso em: 29 set. 2019.

NÚÑEZ-BATALLA, F. et al. Auditory-steady-state Response Reliability in the Audiological Diagnosis After Neonatal Hearing Screening. **Acta Otorrinolaringologica (English Edition)**, v. 67, n. 4, p. 193–200, 2016.

O'NEILL, E. R.; KREFT, H. A.; OXENHAM, A. J. Cognitive factors contribute to speech perception in cochlear-implant users and age-matched normal-hearing listeners under vocoded conditions. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 146, n. 1, p. 195–210, 17 jul. 2019.

OLDS, C.; OGHALAI, J. S. Bilirubin-Induced Audiologic Injury in Preterm Infants. **Clinics in Perinatology**, v. 43, n. 2, p. 313–323, 2016.

OLIVEIRA, P. S.; PENNA, L. M.; LEMOS, S. M. A. Desenvolvimento da linguagem e deficiência auditiva: revisão de literatura. **Revista CEFAC**, v. 17, n. 6, p. 2044–2055, dez. 2015.

PEIXOTO, M. C. et al. Protocolo de Avaliação da Discriminação da Fala no Ruído com Implantes Auditivos. **Gazeta Médica**, v. 5, n. 3, p. 196–200, 28 set. 2018.

PERREAU, A.; TYLER, R.; WITT, S. The Effect of Reducing the Number of Electrodes on Spatial Hearing Tasks for Bilateral Cochlear Implant Recipients. **J Am Acad Audiol**, v. 21, n. 2, p. 110–120, 2010.

PETE REIN, J.; NEELY, G. Auditory Brainstem Response Testing in Neurodiagnosis: Structure versus Function. **J Am Acad Audiol**, v. 23, n. 4, p. 269–275, 2012.

PICTON, T. W. et al. Human auditory evoked potentials. I: Evaluation of components. **Electroencephalography and Clinical Neurophysiology**, v. 36, n. C, p. 179–190, 1 jan. 1974.

PICTON, T. W. **Human Auditory Evoked Potentials**. Universidade da Califórnia: Plural Publishing, Inc., 2010.

PICTON, T. W.; TAYLOR, M. J.; DURIEUX-SMITH, A. Chapter 25 - Brainstem Auditory Evoked Potentials in Infants and Children. In: AMINOFF, M. J. B. T.-A. E. IN C. N. (SIXTH E. (Ed.). . London: W.B. Saunders, 2012. p. 553–579.

PISONI, D. B. et al. Three challenges for future research on cochlear implants. **World Journal of Otorhinolaryngology - Head and Neck Surgery**, v. 3, n. 4, p. 240–254, dez. 2017.

PLANT, K. et al. Factors Predicting Postoperative Unilateral and Bilateral Speech Recognition in Adult Cochlear Implant Recipients with Acoustic Hearing. **Ear and hearing**, v. 37, n. 2, p. 153–63, 2016.

- POLONENKO, M. J.; PAPSIN, B. C.; GORDON, K. A. Cortical plasticity with bimodal hearing in children with asymmetric hearing loss. **Hearing Research**, v. 372, p. 88–98, 2019.
- PRESACCO, A. et al. Effects of Stimulus Duration on Event-Related Potentials Recorded From Cochlear-Implant Users. **Ear and Hearing**, v. 38, n. 6, p. e389–e393, 2017.
- QUITTNER, A. L. et al. Effects of maternal sensitivity and cognitive and linguistic stimulation on cochlear implant users' language development over four years. **Journal of Pediatrics**, v. 162, n. 2, 2013.
- RAHMAN, T. T. A. R. et al. Neural representation of speech in pediatric cochlear implant recipients. **The Egyptian Journal of Otolaryngology**, v. 33, n. 2, p. 535, 2017.
- ROCHA, C. N. et al. Potencial evocado auditivo de tronco encefálico com estímulo de fala. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, v. 22, n. 4, p. 479–484, dez. 2010.
- ROCHE, J. P.; HANSEN, M. R. **On the Horizon: Cochlear Implant Technology**. **Otolaryngologic Clinics of North America** W.B. Saunders, , 1 dez. 2015.
- RODRIGUES, G. R. I.; FICHINO, S. N.; LEWIS, D. R. Presença de microfonia coclear no peate-clique: diagnóstico diferencial entre espectro da neuropatia auditiva e perdas auditivas cocleares descendentes em crianças TT - Presence of cochlear microphonics in click-ABR: differential diagnosis between audi. **Rev. CEFAC**, v. 12, n. 6, p. 1077–1083, 2010.
- RÖSLI, M. et al. [The impact of cochlear implants on the quality of life of patients with single-sided deafness]. **HNO**, v. 63, n. 3, p. 182–8, mar. 2015.
- ROUIHA, K.; BACHIR, D.; ALI, B. Analysis of Speech Processing Strategies in Cochlear Implants. **Journal of Computer Science**, v. 4, n. 5, p. 372–374, 2008.
- RUNGE-SAMUELSON, C.; DRAKE, S.; WACKYM, P. Quantitative Analysis of Electrically Evoked Auditory Brainstem Responses in Implanted Children With Auditory Neuropathy/Dyssynchrony. **Otol Neurotol**, v. 29, n. 2, p. 174–178, 2008.
- RUSSO, N. et al. Brainstem responses to speech syllables. **Clinical neurophysiology : official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology**, v. 115, n. 9, p. 2021–30, set. 2004.
- SAMUEL, P. A. et al. Percepção de fala e limiares audiométricos em usuários de implante coclear Nucleus 22 e Nucleus 24. **Arquivos Internacionais de Otorrinolaringologia (Impresso)**, v. 14, n. 3, p. 331–337, set. 2010.
- SANFINS, M. D. et al. Speech-evoked brainstem response in normal adolescent and children speakers of Brazilian Portuguese. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v. 90, p. 12–19, 2016.
- 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. 2017a.
- SANFINS, M. D. et al. Potencial auditivo de tronco encefálico com estímulo de fala (PEATE-

- fala) no diagnóstico diferencial de dificuldades escolares. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 83, n. 1, p. 112–116, 1 jan. 2017b.
- SANFINS, M. D. et al. An Analysis of The Parameters Used In Speech ABR Assessment Protocols. **The Journal of International Advanced Otology**, p. 100–105, 17 maio 2018.
- SANFINS, M. D.; SKARZYNSKI, P. H.; COLELLA-SANTOS, M. F. Speech-Evoked Brainstem Response. In: **Advances in Clinical Audiology**. [s.l.] InTech, 2017.
- SCARABELLO, E. M. et al. Linguagem oral em crianças com implante coclear: idade na cirurgia e tempo de uso do dispositivo. **Anais**, 2015.
- SCHWAB, B. et al. The Impact of Age on Cochlear Implant Performance. **International Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery**, v. 04, n. 05, p. 329–337, 2015.
- SEMENOV, Y. R.; MARTINEZ-MONEDERO, R.; NIPARKO, J. K. **Cochlear Implants. Clinical and Societal Outcomes Otolaryngologic Clinics of North America**, out. 2012.
- SHEARER, A. E. et al. Genetic variants in the peripheral auditory system significantly affect adult cochlear implant performance. **Hearing research**, v. 348, p. 138–142, 2017.
- SILVA, L. et al. Auditory pathways' maturation after cochlear implant via cortical auditory evoked potentials. **Braz J Otorhinolaryngol**, v. 80, n. 2, p. 131–138, 2014.
- SINHA, S. K.; BASAVARAJ, V. Speech Evoked Auditory Brainstem Responses: A New Tool to Study Brainstem Encoding of Speech Sounds. **Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery**, v. 62, n. 4, p. 395–399, out. 2010.
- SININGER, Y. S.; GRIMES, A.; CHRISTENSEN, E. Auditory Development in Early Amplified Children: Factors Influencing Auditory-Based Communication Outcomes in Children with Hearing Loss. **Ear and Hearing**, v. 31, n. 2, p. 166–185, abr. 2010.
- SKOE, E.; KRAUS, N. Auditory brain stem response to complex sounds: a tutorial. **Ear and hearing**, v. 31, n. 3, p. 302–24, jun. 2010.
- SLATER, J. et al. Music training improves speech-in-noise perception: Longitudinal evidence from a community-based music program. **Behavioural Brain Research**, v. 291, p. 244–252, 15 set. 2015.
- SOARES, AD; IHA, LCN; TALARICO, TR; DOMENICO-VENTRE, MLD; CRUZ, O. Correlation between speech perception, age and sound deprivation time in post-lingual cochlear implant users. **Journal of Hearing Science**, v. 8, n. 2, p. 169–169, 2018.
- SOARES JARDIM, D. et al. Epidemiological profile of a hearing-impaired population. v. 18, n. 3, p. 746–757, 2016.
- SONG, J. H. et al. On the relationship between speech- and nonspeech-evoked auditory brainstem responses. **Audiology & neuro-otology**, v. 11, n. 4, p. 233–41, 2006.
- SONG, J. H. et al. Perception of Speech in Noise: Neural Correlates. **Journal of Cognitive**

Neuroscience, v. 23, n. 9, p. 2268–2279, set. 2011.

SONG, J. H.; NICOL, T.; KRAUS, N. Test–retest reliability of the speech-evoked auditory brainstem response. **Clinical Neurophysiology**, v. 122, n. 2, p. 346–355, fev. 2011.

SPIVAK, L. et al. BEYOND NEWBORN SCREENING: EARLY DIAGNOSIS AND MANAGEMENT OF HEARING LOSS IN INFANTS. **ADV NEONAT CARE**, v. 5, n. 2, p. 104–112, 2005.

STEEL, M. et al. Unilateral Cochlear Implant Use Promotes Normal-Like Loudness Perception in Adolescents With Childhood Deafness. **Ear Hear**, v. 35, n. 6, p. e291–e301, 2014.

STILP, C. E. Acoustic Context Alters Vowel Categorization in Perception of Noise-Vocoded Speech. **JARO: Journal of the Association for Research in Otolaryngology**, v. 18, n. 3, p. 465, 2017.

STRELNIKOV, K. et al. Improvement in speech-reading ability by auditory training: Evidence from gender differences in normally hearing, deaf and cochlear implanted subjects. **Neuropsychologia**, v. 47, n. 4, p. 972–9, mar. 2009.

STROUP, D. F. et al. Meta-analysis of observational studies in epidemiology: A proposal for reporting. **Journal of the American Medical Association**, v. 283, n. 15, p. 2008–2012, 19 abr. 2000.

SZYFTER, W. et al. Polish Universal Neonatal Hearing Screening Program—4-year experience (2003–2006). **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v. 72, n. 12, p. 1783–1787, 2008.

TEFILI, D. et al. Implantes cocleares: aspectos tecnológicos e papel socioeconômico. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**, v. 29, n. 4, p. 414–433, 2013.

THOMAS, J. et al. **Determining the scope of the review and the questions it will address** **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions**: Wiley Online Books., 23 set. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/9781119536604.ch2>>

THOMPSON, E. C. et al. Individual differences in speech-in-noise perception parallel neural speech processing and attention in preschoolers. **Hearing Research**, v. 344, p. 148–157, fev. 2017.

TICHKO, P.; SKOE, E. Frequency-dependent fine structure in the frequency-following response: The byproduct of multiple generators. **Hearing Research**, v. 348, p. 1–15, 1 maio 2017.

TUCCI, D.; MERSON, M. H.; WILSON, B. S. A summary of the literature on global hearing impairment: current status and priorities for action. **Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology**, v. 31, n. 1, p. 31–41, jan. 2010.

VIEIRA, S. DE S.; DUPAS, G.; CHIARI, B. M. Repercussões do implante coclear na vida

- adulta. **CoDAS**, v. 30, n. 6, p. e20180001, 29 nov. 2018.
- VIOLA, F. C. et al. Semi-automatic attenuation of cochlear implant artifacts for the evaluation of late auditory evoked potentials. **Hearing Research**, v. 284, n. 1–2, p. 6–15, fev. 2012.
- VOS, T. et al. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 310 diseases and injuries, 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. **The Lancet**, v. 388, n. 10053, p. 1545–1602, 8 out. 2016.
- WAGNER, L. et al. The Cochlear Implant EEG Artifact Recorded from an Artificial Brain for Complex Acoustic Stimuli. **IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering**, v. 26, n. 2, p. 392–399, 1 fev. 2018.
- WANG, J. et al. Mobile Phone Use and the Risk of Headache: A Systematic Review and Meta-analysis of Cross-sectional Studies. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 1–7, 1 dez. 2017.
- WHITE-SCHWOCH, T. et al. Auditory-neurophysiological responses to speech during early childhood: Effects of background noise. **Hear. res.**, v. 328, p. 34–47, 2015a.
- WHITE-SCHWOCH, T. et al. Auditory processing in noise: A preschool biomarker for literacy. **PLoS Biology**, v. 13, n. 7, 2015b.
- WHITE-SCHWOCH, T. et al. Individual Differences in Human Auditory Processing: Insights From Single-Trial Auditory Midbrain Activity in an Animal Model. **Cerebral cortex (New York, N.Y. : 1991)**, v. 27, n. 11, p. 5095–5115, 2017.
- WILSON, B. S. et al. **Global hearing health care: new findings and perspectives** **The Lancet** Lancet Publishing Group, , 2 dez. 2017.
- WILSON, B. S.; DORMAN, M. F. Cochlear implants: Current designs and future possibilities. v. 45, n. 5, p. 695–730, 2008.
- WINN, M. B.; CHATTERJEE, M.; IDSARDI, W. J. The use of acoustic cues for phonetic identification: Effects of spectral degradation and electric hearing. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 131, n. 2, p. 1465–1479, fev. 2012.
- WOJTCZAK, M. et al. Forward masking in the amplitude-modulation domain for tone carriers: psychophysical results and physiological correlates. **Journal of the Association for Research in Otolaryngology : JARO**, v. 12, n. 3, p. 361–73, jun. 2011.
- WORLD_HEALTH_ORGANIZATION. **Global costs of unaddressed hearing loss and cost-effectiveness of interventions A WHO Report, 2017**. Geneva, Switzerland: [s.n.].
- YAWN, R. et al. Cochlear implantation: a biomechanical prosthesis for hearing loss. **F1000prime reports**, v. 7, p. 45, 2015.
- YU, L.; ZHANG, Y. Testing native language neural commitment at the brainstem level: A cross-linguistic investigation of the association between frequency-following response and speech perception. **Neuropsychologia**, v. 109, p. 140–148, 31 jan. 2018.

YUKSEL, M.; CIPRUT, A. Time of Cochlear Implant Use Obtained From Data Logging and Word Discrimination Performance of Children in Famagusta, Turkish Republic of Northern Cyprus". **Journal of Otolaryngology-ENT Research**, v. 9, n. 3, 2017.

ZAHNERT, T. **Differenzialdiagnose der schwerhörigkeit** *Deutsches Arzteblatt*, 24 jun. 2011.

ZANICHELLI, L.; GIL, D. Percentage of Consonants Correct (PCC) in children with and without hearing impairment. **Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, v. 23, n. 2, p. 107–113, 2011.

ZENG, F.-G. Trends in cochlear implants. **Trends in amplification**, v. 8, n. 1, p. 1–34, 2004.

ZENG, F.-G. Challenges in Improving Cochlear Implant Performance and Accessibility. **IEEE transactions on bio-medical engineering**, v. 64, n. 8, p. 1662–1664, 2017.

ZENG, F.-G.; CANLON, B. Recognizing the journey and celebrating the achievement of cochlear implants. **Hearing research**, v. 322, p. 1–3, abr. 2015.

ZENG, F.-G.; POPPER, A. N.; FAY, R. R. **Cochlear Implants: Auditory Protheses and Electric Hearing**. New York, NY: Springer New York, 2004. v. 20

ZIMMERMAN-PHILLIPS, S. et al. **Administration Introductions IT-MAIS - Infant-Toddler Meaningful auditory integration Scale** *Annals of Otolaryngology and Laryngology*. [s.l.] Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl, 2000. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11140998/>>. Acesso em: 8 jul. 2020.

**APÊNDICE A – ESTRATÉGIA COMPLETA DE BUSCA E QUANTITATIVO
DE REFERÊNCIAS NA ETAPA DE IDENTIFICAÇÃO INICIAL**

Base de dados	Estratégia de busca	Data da busca	Número de referências recuperadas
MEDLINE/PubMed	<p>((((Cochlear Implants[MeSH Terms]) OR Implants Cochlear OR Cochlear Implants OR Cochlear Implant OR Implant Cochlear OR (Cochlear Implantation[MeSH Terms]) OR Cochlear Implantation OR Implantation Cochlear OR Cochlear Implantations OR Implantations Cochlear OR Implante Coclear OR Coclear Implante OR Implantes cocleares OR Cocleares Implantes OR Implantação Coclear OR Coclear Implantação)) AND ((Evoked Potentials, Auditory, Brain Stem[MeSH Terms]) OR Evoked Potentials Auditory Brain Stem OR Evoked Potential Auditory Brainstem OR Evoked Responses, Auditory, Brainstem OR Auditory Brainstem Evoked Response OR Evoked Response, Auditory, Brain Stem OR Auditory Brain Stem Evoked Responses OR Evoked Responses, Auditory, Brain Stem OR Auditory Brain Stem Response OR Auditory Brain Stem Responses OR Brain Stem Auditory Evoked Potential OR Brain Stem Auditory Evoked Potentials OR Brainstem Auditory Evoked Potential OR Brainstem Auditory Evoked Potentials OR Evoked Potentials, Auditory, Brainstem OR Auditory Brainstem Evoked Response OR Auditory Brainstem Evoked Responses OR Evoked Response, Auditory, Brainstem OR Auditory Brainstem Responses OR Auditory Brainstem Response OR Brainstem Response, Auditory OR Brainstem Responses, Auditory OR Response, Auditory Brainstem OR Responses, Auditory Brainstem OR Frequency-Following Response OR Frequency Following Response OR Auditory brainstem response to complex sounds OR Auditory brainstem response to complex sound OR envelope-following response OR envelope following response OR speech-evoked auditory brainstem response OR speech evoked auditory brainstem response OR speech-evoked auditory brainstem responses OR speech evoked auditory brainstem responses OR Speech-evoked ABR OR Speech evoked ABR OR subcortical steady-state response OR subcortical steady state response OR Potenciais Evocados Auditivos do Tronco Encefálico OR Potencial Evocado Auditivo do Tronco Encefálico OR Respostas Evocadas Auditivas do Tronco Encefálico OR Resposta Evocada Auditiva do Tronco Encefálico))</p>	10/03/2020	1044
LILACS	<p>(mh:("Cochlear Implants")) OR (mh:("Cochlear Implantation")) OR (mh:("Implante Coclear")) OR (tw:(Implantação Coclear)) OR (tw:(Implant* Coclear)) OR (tw:(Implant* Coclear*)) OR (tw:(Implant* Coclear)) OR (tw:(Cochlear Implant*)) AND (mh:("Evoked Potentials Auditory Brain Stem")) OR (mh:("Potenciais Evocados Auditivos do Tronco Encefálico")) OR (tw:("Respostas evocadas auditivas do Tronco Encefálico")) OR (tw:("Frequency-Following</p>	11/03/2020	532

	Response")) OR (tw:("Auditory brainstem response to complex sounds")) OR (tw:(envelope-following response)) OR (tw:("speech-evoked auditory brainstem response")) OR (tw:("Speech-evoked ABR")) OR (tw:(subcortical steady-state response)) OR (tw:(potencia* evocado* auditivo* d* tronco encefálico)) OR (mh:(evoked potential* auditory brainstem)) OR (tw:("Brainstem auditory evoked potential")) OR (tw:("Brainstem auditory evoked potentials")) OR (tw:("Resposta evocada auditiva do Tronco Encefálico")) OR (tw:(resposta* evocada* auditiva* d* tronco encefálico)) OR (tw:(Frequency-Following Response)) OR (tw:("Auditory brainstem response to complex sound")) OR (tw:(auditory brainstem response to complex sound)) OR (tw:("envelope-following response")) OR (tw:(speech-evoked auditory brainstem response*)) OR (tw:("speech-evoked auditory brainstem responses")) OR (tw:(speech-evoked abr)) OR (tw:("auditory brainstem response")) OR (tw:(auditory brainstem response*))		
Scopus	{Cochlear Implant} OR Cochlear Implant* AND {Brainstem auditory evoked potential} OR Evoked Potential Auditory Brainstem OR {Brainstem auditory evoked response} OR Brainstem auditory evoked response OR {Frequency-Following Response} OR Frequency-Following Response OR {Auditory brainstem response to complex sounds} OR Auditory brainstem response to complex sounds OR {envelope-following response} OR envelope-following response OR {speech-evoked auditory brainstem response} OR speech-evoked auditory brainstem response OR {Speech-evoked ABR} OR Speech-evoked ABR OR {subcortical steady-state response} OR subcortical steady-state response	11/03/2020	108
Web of Science	TS=((Cochlear Implants) OR (Cochlear Implantation) OR (Implante Coclear) OR (Implantação Coclear) OR (Implant* Coclear) OR (Implant* Coclear*)) AND TS=((Evoked Potentials Auditory Brain Stem) OR (Potenciais Evocados Auditivos do Tronco Encefálico) OR (Respostas evocadas auditivas do Tronco Encefálico) OR (Frequency-Following Response) OR (Auditory brainstem response to complex sounds) OR (envelope-following response) OR (speech-evoked auditory brainstem response) OR (Speech-evoked ABR) OR (subcortical steady-state response) OR (Potencial evocado auditivo do tronco encefálico) OR (evoked potential auditory brainstem) OR (Brainstem auditory evoked potential) OR (Brainstem auditory evoked potentials) OR (Resposta evocada auditiva do Tronco Encefálico) OR (resposta evocada auditiva do tronco encefálico) OR (Frequency-Following Response) OR (Auditory brainstem response to complex sound) OR (auditory brainstem response to complex sound) OR (envelope-following response) OR (speech-evoked auditory brainstem responses) OR (speech-evoked abr) OR (auditory brainstem response) OR (auditory brainstem responses))	12/03/2020	779
ScienceDirect	("Cochlear Implants" OR "Cochlear Implantation" OR "Implante Coclear") AND (Evoked Potential Auditory Brainstem OR "Frequency Following Response" OR speech evoked auditory brainstem response OR "Speech evoked ABR")	28/01/2020	1603

SciELO.org	("Cochlear Implants" OR Cochlear* Implant* OR Cochlear Implantation OR "Implante Coclear" OR Implante Coclear OR Cochlear Implantations OR Implantação Coclear OR Implantation Cochlear OR Implantations Cochlear OR Implantes Cocleares OR Implant* Coclear*) AND (Evoked Potentials Auditory Brainstem OR "Potenciais Evocados Auditivos do Tronco Encefálico" OR "Respostas evocadas auditivas do Tronco Encefálico" OR "Frequency-Following Response" OR "Auditory brainstem response to complex sounds" OR envelope-following response OR "speech-evoked auditory brainstem response" OR "Speech-evoked ABR" OR potencia* evocado* auditivo* d* tronco encefálico OR evoked potential* auditory brainstem OR "Brainstem auditory evoked potential" OR "Brainstem auditory evoked potentials" OR "Resposta evocada auditiva do Tronco Encefálico" OR resposta* evocada* auditiva* d* tronco encefálico OR Frequency-Following Response OR "Auditory brainstem response to complex sound" OR speech-evoked auditory brainstem response* OR "speech-evoked auditory brainstem responses" OR speech-evoked abr OR "auditory brainstem response" OR auditory brainstem response*)	18/03/2020 3
Cochrane Library	((Cochlear Implants) OR (Cochlear Implant) OR (Cochlear Implantation) OR (Cochlear Implantations) OR (Implante Coclear) OR (Implantes cocleares) OR (Implantação Coclear)) AND (Evoked Potentials, Auditory, Brain Stem) OR (Evoked Potential Auditory Brainstem) OR (Evoked Responses, Auditory, Brainstem) OR (Auditory Brainstem Evoked Response) OR (Auditory Brainstem Responses) OR (Auditory Brainstem Response) OR (Frequency-Following Response) OR (Frequency Following Response) OR (Auditory brainstem response to complex sounds) OR (Auditory brainstem response to complex sound) OR (envelope following response) OR (speech-evoked auditory brainstem response) OR (speech evoked auditory brainstem response) OR (speech-evoked auditory brainstem responses) OR (Speech-evoked ABR) OR (Speech evoked ABR) OR (subcortical steady-state response) OR (subcortical steady state response) OR (Potencial Evocado Auditivo do Tronco Encefálico)	18/03/2020 24
Ovid Technologies	((Cochlear Implants or Cochlear Implant or Cochlear Implantation or Cochlear Implantations) and (Evoked Potentials Auditory Brain Stem or Evoked Potential Auditory Brainstem or Evoked Responses Auditory Brainstem or Auditory Brainstem Evoked Response or Auditory Brainstem Responses or Auditory Brainstem Response or Frequency-Following Response or Auditory brainstem response to complex sounds or Auditory brainstem response to complex sound or envelope-following response or speech-evoked auditory brainstem response or speech-evoked auditory brainstem responses or Speech-evoked ABR or subcortical steady-state response))	18/03/2020 2074
OAIster	((Cochlear Implants) OR (Cochlear Implantation) OR (Implante Coclear)) AND ((Evoked Potentials Auditory Brain Stem) OR (Potenciais Evocados Auditivos do Tronco Encefálico) OR (Frequency-Following Response) OR (Auditory brainstem response to complex sounds) OR (envelope-	04/02/2020 23

	following response) OR (speech-evoked auditory brainstem response) OR (Speech-evoked ABR))		
openDOAR	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cochlear Implants 2. Cochlear Implantation 3. Implante Coclear 4. Evoked Potentials Auditory Brain Stem 5. Potenciais Evocados Auditivos do Tronco Encefálico 6. Frequency-Following Response 7. Auditory brainstem response to complex sounds 8. envelope-following response 9. speech-evoked auditory brainstem response 10. Speech-evoked ABR 11. 1 AND 4-10 12. 2 AND 4-10 13. 3 AND 4-10 	04/02/2020	0
OpenGrey	(Cochlear Implant*) OR (Cochlear Implantation) OR (Implante* Coclear*) OR (Implantação Coclear) AND (Evoked Potential* Auditory Brain Stem) OR (Potencia* Evocado* Auditivo* d* Tronco Encefálico) OR (Resposta* Evocada* Auditiva* d* TroncoEncefálico) OR (Frequency-Following Response) OR (Auditory brainstem response* to complex sound*) OR (envelope-following response) OR (speech-evoked auditory brainstem response*) OR (Speech-evoked ABR) OR (subcortical steady-state response)	04/02/2020	81
DissOnline.de	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cochlear Implants 2. Cochlear Implantation 3. Implante Coclear 4. Evoked Potentials Auditory Brain Stem 5. Potenciais Evocados Auditivos do Tronco Encefálico 6. Frequency-Following Response 7. Auditory brainstem response to complex sounds 8. envelope-following response 9. speech-evoked auditory brainstem response 10. Speech-evoked ABR 11. 1 AND 4-10 12. 2 AND 4-10 13. 3 AND 4-10 	04/02/2020	0
The New York Academy of Medicine	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cochlear Implants 2. Cochlear Implantation 3. Implante Coclear 4. Evoked Potentials Auditory Brain Stem 5. Potenciais Evocados Auditivos do Tronco Encefálico 6. Frequency-Following Response 7. Auditory brainstem response to complex sounds 8. envelope-following response 9. speech-evoked auditory brainstem response 10. Speech-evoked ABR 11. 1 AND 4-10 12. 2 AND 4-10 13. 3 AND 4-10 	06/02/2020	0
British Library Inside	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cochlear Implants 2. Cochlear Implantation 3. Implante Coclear 4. Evoked Potentials Auditory Brain Stem 	06/02/2020	50

	5. Potenciais Evocados Auditivos do Tronco Encefálico		
	6. Frequency-Following Response		
	7. Auditory brainstem response to complex sounds		
	8. envelope-following response		
	9. speech-evoked auditory brainstem response		
	10. Speech-evoked ABR		
	11. 1 AND 4-10		
	12. 2 AND 4-10		
ClinicalTrials	(Cochlear Implants OR Cochlear Implantation) AND (Evoked Potentials Auditory Brainstem OR Frequency-Following Response OR Auditory brainstem response to complex sound OR envelope-following response OR speech-evoked auditory brainstem response OR Speech-evoked ABR OR subcortical steady-state response)	07/02/2020	3
ReBEC	(Cochlear Implants OR Cochlear Implantation) AND (Evoked Potentials Auditory Brainstem OR Frequency-Following Response OR Auditory brainstem response to complex sound OR envelope-following response OR speech-evoked auditory brainstem response OR Speech-evoked ABR OR subcortical steady-state response)	07/02/2020	0
BDTD	(Todos os campos:Cochlear Implants E Todos os campos:Cochlear Implantation E Todos os campos:Implante Coclear) E (Todos os campos:Evoked Potentials Auditory Brain Stem E Todos os campos:Potenciais Evocados Auditivos do Tronco Encefálico E Todos os campos:Frequency-Following Response E Todos os campos:speech-evoked auditory brainstem response E Todos os campos:Speech-evoked ABR)	07/02/2020	0
Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia	*Busca pelos termos: “Implante coclear” e “Potencial Evocado Auditivo”	07/02/2020	100
EIA	*Busca manual pelos termos: “Implante coclear” e “Potencial Evocado Auditivo”	04/03/2020	478
Congresso Brasileiro de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial	*Busca pelos termos: “Implante coclear” e “Potencial Evocado Auditivo”	02/04/2020	184

*Como as fontes de informação da literatura cinzenta, possuem diferentes opções para busca e dispõem de diferentes sessões (tais como, espaços para pôsteres, teses, dissertações e temas livres em subáreas), optamos por uma busca menos refinada especificamente para as páginas dos congressos, aplicando busca manual dos termos selecionados para checagem individual dos títulos e resumos.

**APÊNDICE B - COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO INTRACLASSE ENTRE
AVALIADORES PARA A SELEÇÃO DOS ESTUDOS**

Dados 1: seleção dos estudos das primeiras referências obtidas (n=1505)

20%+100 Ref	Avaliador 1 (*)	Avaliador 2 (*)	Estatísticas de Confiabilidade
Recuperados	1505	1505	0,965 [†]
Após exclusão dos duplicados	940	1363	
Incluídos	3	2	
Excluídos	937	1361	

Ref, referências; *número de estudos; [†] Cronbach's Alpha.

Coefficiente de correção interclasse (CCI) para a seleção dos estudos das primeiras referências obtidas (n=1505)

	CCI		Teste F com Valor True0			
	Correlação Interclasse ^b	Intervalo de confiança 95%	Valor	df1	df2	p
Medidas únicas	0,902 ^a	0,246 - 0,993	28,613	3	3	0,010
Medidas médias	0,949 ^c	0,395 - 0,997	28,613	3	3	0,010

Modelo de efeitos mistos bidirecional em que os efeitos das pessoas são aleatórios e os das medidas são fixos.

^a, O estimador é o mesmo, esteja o efeito de interação presente ou não; ^b, Os coeficientes de correlação intraclasse tipo A que usam uma definição de concordância absoluta; ^c, Essa estimativa é calculada considerando que o efeito de interação esteja ausente, porque ele não pode ser estimado de outra forma; *df*, graus de liberdade.

Dados 2: seleção dos estudos de todas as referências obtidas

Todas Ref	Avaliador 1 (*)	Avaliador 2 (*)	Estatísticas de Confiabilidade
Recuperados	7024	7580	0,998 [†]
Após exclusão dos duplicados	6116	6673	
Incluídos	6	4	
Excluídos	6110	6669	

Ref, referências; *número de estudos; [†] Cronbach's Alpha.

Coefficiente de correção interclasse (CCI) para a seleção dos estudos de todas as referências obtidas

	CCI		Teste F com Valor True0			
	Correlação Interclasse ^b	Intervalo de confiança 95%	Valor	df1	df2	p
Medidas únicas	0,990 ^a	0,583 - 0,999	581,687	3	3	0,000
Medidas médias	0,995 ^c	0,737 - 1,000	581,687	3	3	0,000

Modelo de efeitos mistos bidirecional em que os efeitos das pessoas são aleatórios e os das medidas são fixos.

^a, O estimador é o mesmo, esteja o efeito de interação presente ou não; ^b, Os coeficientes de correlação intraclasse tipo A que usam uma definição de concordância absoluta; ^c, Essa estimativa é calculada considerando que o efeito de interação esteja ausente, porque ele não pode ser estimado de outra forma; *df*, graus de liberdade.

APÊNDICE C- FORMULÁRIO DE EXTRAÇÃO DOS DADOS

Formulário Extração de Dados

Trata-se do formulário de extração de dados da Revisão sistemática intitulada "Speech-Evoked Auditory Brainstem Response in Cochlear Implant compared to Normal Hearing: a systematic review and meta-analysis", conduzida por Venâncio (2020).

***Obrigatório**

1. Referência Completa *

MÉTODO

2. Desenho do estudo

Marcar apenas uma oval.

- Estudo de coorte
- Estudo caso-controle
- Estudo transversal
- Estudo ecológico
- Outro: _____

3. População do estudo *

Marcar apenas uma oval.

- Implante coclear
- Normouvintes
- Ambos (estudo comparativo)

4. Características da Amostra

PROTOCOLO DE AQUISIÇÃO

Parâmetros de aquisição utilizados em cada referência

5. Transdutor e seu posicionamento

6. Estímulo de fala utilizado *

7. Duração do estímulo

8. Intensidade do estímulo

9. Polaridade do estímulo

Marcar apenas uma oval.

- Alternada (negativa/positiva)
- Negativa (rarefação)
- Positiva (condensação)

10. Orelha estimulada *

Marcar apenas uma oval.

- Direita
- Esquerda
- Ambas
- Outro: _____

11. Montagem dos eletrodos

12. Taxa de apresentação

13. Número de estímulos

14. Numero de varreduras

15. Janela (ms)

16. Filtros (passa-alta e passa-baixo) em Hz

17. Impedância

18. Estratégia para diminuir artefatos

19. F0, F1 e F2 (Hz)

Análises empregadas

20. Análise das Respostas do PEATEf

21. Análise estatística

Resultados do Exame (desfechos)

22. Latências das ondas

23. Amplitudes das ondas

24. Slope do complexo VA

25. Área do complexo VA

26. Outras

Conclusões

27. Considerações

ANEXO A – NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA HEARING RESEARCH



PESQUISA AUDITIVA

PACOTE DE INFORMAÇÕES DO AUTOR

ÍNDICE

•	Descrição	p.1
•	Público	p.1
•	Fator de impacto	p.1
•	Abstraindo e Indexando	p.2
•	Conselho Editorial	p.2
•	Guia para Autores	p.4



ISSN: 0378-5955

DESCRIÇÃO

O objetivo da revista é fornecer um fórum para artigos relacionados com aspectos básicos periféricos e centrais **mecanismos auditivos**. A ênfase é em estudos experimentais e clínicos, mas trabalhos teóricos e metodológicos também serão considerados. A revista publica artigos de pesquisa originais, artigos de revisão e mini-revisão, comunicações rápidas, métodos / protocolos e artigos de perspectiva.

Os artigos submetidos devem lidar com **anatomia auditiva, fisiologia, psicofísica, imagem, modelagem e estudos comportamentais** em animais e humanos, bem como **aparelhos auditivos e implantes cocleares**. Artigos que tratam do **sistema vestibular** também são considerados para publicação. Artigos sobre

aspectos comparativos de ouvir e sobre **efeitos de drogas e contaminantes ambientais** sobre a função auditiva também serão considerados. **Artigos clínicos** serão aceitos quando contribuírem para a compreensão das funções auditivas normais e patológicas.

PÚBLICO

Audiologistas, biólogos, otologistas, fisiologistas, neurologistas, neurocientistas, psicólogos.

Benefícios para os autores

Também oferecemos muitos benefícios para o autor, como PDFs gratuitos, uma política liberal de direitos autorais, descontos especiais em publicações da Elsevier e muito mais. Clique aqui para obter mais informações sobre nosso [serviços do autor](#).

Por favor veja nosso [Guia para Autores](#) para obter informações sobre a submissão de artigos. Se precisar de mais informações ou ajuda, visite nosso [Centro de Apoio](#)

PÚBLICO

Audiologistas, biólogos, otologistas, fisiologistas, neurologistas, neurocientistas, psicólogos.

FATOR DE IMPACTO

2019: 3.693 © Clarivate Analytics Journal Citation Reports 2020

RESUMO E INDEXAÇÃO

Índice de citação BIOSIS
 Chemical Abstracts
 Conteúdo atual - Life Sciences Embase

PubMed / Medline
 INSPEC
 Pascal Francis
 Atualização de referência
 Elsevier BIOBASE
 Scopus

CONSELHO EDITORIAL

Editor chefe

Barbara Canlon, Instituto Karolinska, Estocolmo, Suécia

Editores de Seção

Laurel Carney, Departamento de Engenharia Biomédica, Neurociência e Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade de Rochester, Rochester, Nova York, Estados Unidos

Eckhard Friauf, Universidade TU Kaiserslautern, Kaiserslautern, Alemanha

Deborah Hall, University of Nottingham, Nottingham, Inglaterra, Reino Unido e University of Nottingham Malaysia, Semenyih, Malásia

Jeffrey R. Holt, Harvard Medical School, Boston, Massachusetts, Estados Unidos

Matthew Kelley, National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, Estados Unidos

Stephen Lomber, Departamento de Fisiologia da Universidade McGill, Montreal, Quebec, Canadá

Elizabeth S. Olson, Columbia University, New York, New York, Estados Unidos

Fan-Gang Zeng, Universidade da Califórnia Irvine, Irvine, Califórnia, Estados Unidos

Membros do Conselho Editorial

Richard Altschuler, Universidade de Michigan, Ann Arbor, Michigan, Estados Unidos

Lin Chen, Universidade de Ciência e Tecnologia da China, Hefei, China

Brandon Cox, Escola de Medicina da Southern Illinois University, Springfield, Illinois, Estados Unidos

Lisa Cunningham, Instituto Nacional de Surdez e Outros Distúrbios da Comunicação, Seção de Biologia Celular Sensorial, Bethesda, Maryland, Estados Unidos

Pim van Dijk, Faculdade de Ciências Médicas da Universidade de Groningen, Groningen, Holanda

Jos Eggermont, Universidade de Calgary, Calgary, Alberta, Canadá

Robert Frisina, University of Rochester Medical Center, Rochester, Nova York, Estados Unidos

Benedikt Grothe, Universidade Ludwig Maximilian de Munique, Departamento de Biologia II, Planegg-Martinsried, Alemanha

Antje Ihlefeld, Instituto de Tecnologia de New Jersey, Departamento de Engenharia Biomédica, Newark, New Jersey, Estados Unidos

Christine Köppl, Universidade Carl von Ossietzky de Oldenburg, Oldenburg, Alemanha

Nina Kraus, Northwestern University, Evanston, Illinois, Estados Unidos

Hannie Kremer, Radboudumc, Nijmegen, Holanda

Thomas Lenarz, Hannover Medical School, Hannover, Alemanha

Manuel Malmierca, Universidade de Salamanca, Salamanca, Espanha

Brian Moore, Universidade de Cambridge, Cambridge, Reino Unido

David Moore, Centro Médico do Hospital Infantil de Cincinnati Centro de Pesquisa em Ciências da Comunicação, Cincinnati, Ohio, Estados Unidos

Takayuki Nakagawa, Faculdade de Medicina da Faculdade de Medicina da Universidade de Kyoto, Kyoto, Japão

Kevin Ohlemiller, Universidade de Washington na Escola de Medicina de St Louis, Saint Louis, Missouri, Estados Unidos

Christopher Plack, Universidade de Manchester, Manchester, Reino Unido

Sonja J. Pyott, Universidade de Groningen, University Medical Center Groningen, Departamento de Otorrinolaringologia-Cirurgia de Cabeça e Pescoço, do Groningen, Holanda

Yehoash Raphael, Universidade de Michigan, Ann Arbor, Michigan, Estados Unidos

Christof Röösli, Universidade de Zurique, Zurique, Suíça

Jay Rubinstein, Universidade de Washington, Seattle, Washington, Estados Unidos

Richard Salvi, University at Buffalo Hearing Research Laboratories, Buffalo, Nova York, Estados Unidos

Joseph Santos-Sacchi, Universidade de Yale, New Haven, Connecticut, Estados Unidos

Erika Skoe, Universidade de Connecticut, Departamento de Fala, Linguagem e Ciências da Audição, Storrs, Connecticut, Estados Unidos

Shinichi Someya, Departamento de Pesquisa Geriátrica e Envelhecimento da Universidade da Flórida, Gainesville, Flórida, Estados Unidos

Stefan Stenfelt, Departamento de Medicina Clínica e Experimental da Universidade de Linköping, Linköping, Suécia

Josef Syka, Academia Tcheca de Ciências, Praha, República Tcheca

Xiaoqin Wang, Universidade Johns Hopkins, Baltimore, Maryland, Estados Unidos

Donna Whilton, Northwestern University, Evanston, Illinois, Estados Unidos

GUIA PARA AUTORES

INTRODUÇÃO

O objetivo da revista é fornecer um fórum para artigos relacionados com mecanismos auditivos básicos. A ênfase está em estudos experimentais, mas trabalhos teóricos também serão considerados. A revista publica artigos de pesquisa originais, artigos de revisão e mini-revisão, comunicações rápidas, métodos / protocolos e artigos de perspectiva. Os artigos submetidos devem tratar de neurofisiologia auditiva, ultraestrutura, psicoacústica e estudos comportamentais da audição em animais e modelos de funções auditivas. Artigos sobre aspectos comparativos da audição em animais e no homem, e sobre os efeitos de drogas e contaminantes ambientais na função auditiva também serão considerados. Artigos clínicos não serão aceitos a menos que contribuam para a compreensão das funções auditivas normais.

Tipos de papéis

Artigos de pesquisa

Esses artigos devem tratar de pesquisas originais não publicadas anteriormente ou que estão sendo consideradas para publicação em outro lugar. Esses artigos devem fornecer um levantamento, avaliação e interpretação crítica de conceitos e resultados de pesquisas recentes nas áreas cobertas pela Revista.

Artigos de revisão

Estas são análises exaustivas sobre um tópico específico da pesquisa auditiva. Os autores devem sempre se esforçar para tornar suas revisões compreensíveis para uma ampla gama de cientistas da audição. Os envios de resenhas têm normalmente 10.000 palavras.

Breve revisão

Estas são revisões mais curtas destinadas a chamar a atenção para desenvolvimentos em um campo específico ou emergente. Resenhas curtas geralmente têm 3.000 palavras.

comunicação curta

O objetivo desta nova categoria é fornecer uma decisão extremamente rápida (dentro de 7 dias) em documentos de importância incomum e relatar observações definitivas. Limite de texto: 2.500 palavras e no máximo 4 figuras e / ou tabelas. Dentro de sete dias da submissão, os autores receberão uma decisão "sim / não". Se os editores e revisores considerarem uma decisão "sim", a revisão deve consistir apenas em pequenas edições e o manuscrito revisado deve ser devolvido em cinco dias.

Nota técnica

Estes artigos descreverão técnicas ou protocolos de interesse particularmente amplo ou especialmente oportunos para o público auditivo. Os manuscritos devem ser escritos da forma mais concisa possível, mas devem conter todos os detalhes necessários para permitir a replicação dos resultados. Esses manuscritos devem ser subdivididos por pequenos títulos em negrito referentes à Introdução, Justificativa, Descrição dos métodos, Resultados e Conclusões.

Papel de opinião

Este é um artigo composto por convite e destina-se a dar aos especialistas em um determinado campo a oportunidade de expressar sua opinião pessoal. Cada especialista deu sua visão pessoal sobre o tema e, ao final de seu comentário, sugeriram vários experimentos que seriam necessários para a decisão. Esses experimentos estão faltando atualmente, mas se realizados com sucesso, teriam um enorme impacto em nossa compreensão do tópico escolhido.

Edições Especiais

A revista aceita propostas de tópicos que se enquadrem no escopo da revista e as propostas devem ser enviadas ao Editor-Chefe para avaliação.

Lista de verificação de envio

Você pode usar essa lista para fazer uma verificação final de sua submissão antes de enviá-la para a revista para revisão. Por favor, verifique a seção relevante neste Guia para Autores para mais detalhes.

Certifique-se de que os seguintes itens estejam presentes:

Um autor foi designado como o autor correspondente com detalhes de contato:

- Endereço de e-mail
- Endereço postal completo

Todos os arquivos necessários foram enviados:

Manuscrito:

- Incluir palavras-chave
- Todas as figuras (inclua legendas relevantes)
- Todas as tabelas (incluindo títulos, descrição, notas de rodapé)
- Certifique-se de que todas as citações de figuras e tabelas no texto correspondam aos arquivos fornecidos
- Indique claramente se a cor deve ser usada para quaisquer figuras impressas

Arquivos de resumos / destaques gráficos (onde aplicável)

Arquivos suplementares (onde aplicável)

Outras considerações

- O manuscrito foi 'verificado a ortografia' e 'a gramática'
- Todas as referências mencionadas na Lista de Referências são citadas no texto e vice-versa
- A permissão foi obtida para o uso de material protegido por direitos autorais de outras fontes (incluindo a Internet)
- Uma declaração de interesses conflitantes é fornecida, mesmo se os autores não tiverem interesses conflitantes a declarar
- As políticas do periódico detalhadas neste guia foram revisadas
- Sugestões de árbitros e detalhes de contato fornecidos, com base nos requisitos do periódico

Para mais informações, visite nosso [Centro de Apoio](#).

ANTES DE VOCÊ COMEÇAR

Ética na publicação

Por favor, veja nossas páginas de informações sobre [Ética na publicação](#) e [Diretrizes éticas para publicação em periódicos](#).

Estudos em humanos e animais

Se o trabalho envolver o uso de seres humanos, o autor deve garantir que o trabalho descrito foi realizado de acordo com o [Código de Ética da Associação Médica Mundial](#)

(Declaração de Helsinque) para experimentos envolvendo humanos. O manuscrito deve estar em linha com o [Recomendações para a conduta, relato, edição e publicação de trabalhos acadêmicos em revistas médicas](#) e objetivar a inclusão de populações humanas representativas (sexo, idade e etnia) de acordo com essas recomendações. Os termos **sexo** e **gênero** deve ser usado corretamente.

Os autores devem incluir uma declaração no manuscrito de que o consentimento informado foi obtido para a experimentação com seres humanos. Os direitos de privacidade dos sujeitos humanos devem ser sempre observados.

Todos os experimentos com animais devem cumprir com o [Diretrizes ARRIVE](#) e deve ser realizado de acordo com a Lei de Animais (Procedimentos Científicos) do Reino Unido de 1986 e diretrizes associadas, [Diretiva da UE 2010/63 / UE para experimentos com animais](#), ou o guia do National Institutes of Health para o cuidado e uso de animais de laboratório (NIH Publications No. 8023, revisado em 1978) e os autores devem indicar claramente no manuscrito que tais diretrizes foram seguidas. Deve ser indicado o sexo dos animais e, quando apropriado, a influência (ou associação) do sexo nos resultados do estudo.

Padrões de relatórios

A fim de melhorar as informações dos padrões de relatório sobre a cepa da espécie usada, sexo, idade, hora do dia em que os experimentos foram realizados, hora do dia em que as luzes da sala dos animais são acesas e apagadas e as condições de alojamento (individual ou em grupo) deve ser incluído na seção Métodos.

Declaração de interesse

Todos os autores devem divulgar quaisquer relações financeiras e pessoais com outras pessoas ou organizações que possam influenciar inadequadamente (enviesar) o seu trabalho. Exemplos de potenciais interesses conflitantes incluem emprego, consultorias, propriedade de ações, honorários, testemunhos pagos de especialistas, pedidos / registros de patentes e concessões ou outros fundos. Os autores devem divulgar quaisquer interesses em dois lugares: 1. Uma declaração resumida da declaração de interesses no arquivo da página de título (se duplo-cego) ou no arquivo do manuscrito (se simples-cego). Se não houver interesses a declarar, indique o seguinte: 'Declarações de interesses: nenhum'. Esta declaração resumida será finalmente publicada se o artigo for aceito.

2. Divulgações detalhadas como parte de um formulário separado de Declaração de Interesse, que faz parte dos registros oficiais da revista. É importante que interesses potenciais sejam declarados em ambos os lugares e que as informações correspondam. [Mais Informações](#).

Declaração de submissão e verificação

A submissão de um artigo implica que o trabalho descrito não foi publicado anteriormente (exceto na forma de um resumo, uma palestra publicada ou uma tese acadêmica, consulte ' [Publicação múltipla, redundante ou simultânea](#) 'para mais informações), que não está sendo considerado para publicação em outro lugar, que sua publicação é aprovada por todos os autores e tácita ou explicitamente pelas autoridades responsáveis onde o trabalho foi realizado, e que, se aceito, não será publicado em outro lugar da mesma forma, em inglês ou em qualquer outro idioma, inclusive eletronicamente, sem o consentimento por escrito do detentor dos direitos autorais. Para verificar a originalidade, seu artigo pode ser verificado pelo serviço de detecção de originalidade [Verificação de similaridade crossref](#) .

Preprints

Observe que [preprints](#) podem ser compartilhados em qualquer lugar e a qualquer momento, de acordo com o da Elsevier [política de compartilhamento](#) . Compartilhar suas pré-impresões, por exemplo, em um servidor de pré-impressão não contará como publicação anterior (consulte ' [Publicação múltipla, redundante ou simultânea](#) ' Para maiores informações).

Uso de linguagem inclusiva

A linguagem inclusiva reconhece a diversidade, transmite respeito a todas as pessoas, é sensível às diferenças e promove a igualdade de oportunidades. O conteúdo não deve fazer suposições sobre as crenças ou compromissos de qualquer leitor; não contenham nada que possa implicar que um indivíduo seja superior a outro em razão de idade, sexo, raça, etnia, cultura, orientação sexual, deficiência ou condição de saúde; e usar uma linguagem inclusiva. Os autores devem garantir que a escrita esteja livre de preconceitos, estereótipos, gírias, referências à cultura dominante e / ou suposições culturais. Aconselhamos buscar a neutralidade de gênero usando substantivos no plural ("clínicos, pacientes / clientes") como padrão / sempre que possível, para evitar o uso de "ele, ela" ou "ele / ela". Recomendamos evitar o uso de descritores que se referem a atributos pessoais, como idade, gênero, raça, etnia, cultura, orientação sexual, deficiência ou condição de saúde, a menos que sejam relevantes e válidos. Estas diretrizes são um ponto de referência para ajudar a identificar a linguagem apropriada, mas não são de forma alguma exaustivas ou definitivas.

Contribuições do autor

Para maior transparência, encorajamos os autores a enviarem um arquivo de declaração do autor descrevendo suas contribuições individuais para o artigo usando as funções CRediT relevantes: Conceituação; Curadoria de dados; Análise formal; Aquisição de financiamento; Investigação; Metodologia; Administração de projetos; Recursos; Programas; Supervisão; Validação; Visualização; Funções / Redação - rascunho original; Escrita - revisão e edição. As declarações de autoria devem ser formatadas com os nomes dos autores primeiro e a (s) função (ões) CRediT a seguir. [Mais detalhes e um exemplo](#)

Mudanças na autoria

Os autores devem considerar cuidadosamente a lista e a ordem dos autores **antes** submeter seu manuscrito e fornecer a lista definitiva de autores no momento da submissão original. Qualquer adição, exclusão ou reorganização dos nomes dos autores na lista de autoria deve ser feita apenas

antes o manuscrito foi aceito e somente se aprovado pelo Editor da revista. Para solicitar tal mudança, o Editor deve receber o seguinte do **autor correspondente**: (a) o motivo da alteração na lista de autores e (b) confirmação por escrito (e-mail, carta) de todos os autores de que concordam com a adição, remoção ou reorganização. No caso de adição ou remoção de autores, isso inclui a confirmação do autor sendo adicionado ou removido.

Apenas em circunstâncias excepcionais o Editor considerará a adição, exclusão ou reorganização de autores **depois de** o manuscrito foi aceito. Enquanto o Editor considerar o pedido, a publicação do manuscrito será suspensa. Se o manuscrito já foi publicado em uma edição online, qualquer solicitação aprovada pelo Editor resultará em uma retificação.

direito autoral

Após a aceitação de um artigo, os autores serão solicitados a preencher um 'Acordo de Publicação de Jornal' (ver [Mais Informações](#) nisto). Um e-mail será enviado ao autor correspondente, confirmando o recebimento do manuscrito, juntamente com um formulário de 'Contrato de Publicação de Periódicos' ou um link para a versão online deste contrato.

Os assinantes podem reproduzir índices ou preparar listas de artigos, incluindo resumos para circulação interna em suas instituições. [Permissão](#) do Editor é necessária para revenda ou distribuição fora da instituição e para todos os outros trabalhos derivados, incluindo compilações e traduções. Se trechos de outras obras protegidas por direitos autorais forem incluídos, o (s) autor (es) deve (m) obter permissão por escrito dos proprietários dos direitos autorais e dar crédito às fontes do artigo. Elsevier tem [formulários pré-impresos](#) para uso pelos autores nestes casos.

Para artigos de acesso aberto ouro: Após a aceitação de um artigo, os autores serão solicitados a preencher um 'Contrato de Licença Exclusivo' ([Mais Informações](#)) A reutilização permitida por terceiros de artigos de ouro de acesso aberto é determinada pela escolha do autor de [licença de usuário](#) .

Direitos de autor

Como autor, você (ou seu empregador ou instituição) tem certos direitos de reutilizar seu trabalho. [Mais Informações](#) .

Elsevier apoia o compartilhamento responsável

Descubra como você pode [compartilhe sua pesquisa](#) publicado em revistas da Elsevier.

Papel da fonte de financiamento

Você deve identificar quem forneceu apoio financeiro para a realização da pesquisa e / ou preparação do artigo e descrever resumidamente o papel do (s) patrocinador (es), se houver, no desenho do estudo; na coleta, análise e interpretação dos dados; na redação do relatório; e na decisão de submeter o artigo para publicação. Se a (s) fonte (s) de financiamento não tiveram tal envolvimento, isso deve ser declarado.

Acesso livre

Visite nosso [Página de acesso aberto](#) Para maiores informações.

Elsevier Researcher Academy

Academia de Pesquisadores é uma plataforma de e-learning gratuita projetada para apoiar pesquisadores em início e meio de carreira ao longo de sua jornada de pesquisa. O ambiente "Aprender" na Researcher Academy oferece vários módulos interativos, webinars, guias para download e recursos para guiá-lo através do processo de redação para pesquisa e revisão por pares. Sinta-se à vontade para usar esses recursos gratuitos para aprimorar seu envio e navegar com facilidade pelo processo de publicação.

Idioma (uso e serviços de edição)

Por favor, escreva seu texto em um bom inglês (o uso americano ou britânico é aceito, mas não uma mistura dos dois). Os autores que acham que seu manuscrito em inglês pode exigir edição para eliminar possíveis erros gramaticais ou ortográficos e para estar em conformidade com o inglês científico correto podem desejar usar o [Serviço de edição da língua inglesa](#) disponível nos Serviços de Autor da Elsevier.

Submissão

Nosso sistema de submissão on-line orienta você passo a passo pelo processo de inserção dos detalhes do artigo e envio dos arquivos. O sistema converte seus arquivos de artigo em um único arquivo PDF usado no processo de revisão por pares. Arquivos editáveis (por exemplo, Word, LaTeX) são necessários para escrever seu artigo para publicação final. Toda a correspondência, incluindo notificação da decisão do Editor e pedidos de revisão, é enviada por e-mail.

Endereço de soma

Para enviar seu papel usar a conectados submissão página do isto Diário em <https://www.eviser.com/profile/api/navigate/HEARES>

Árbitros Por favor, envie os nomes e endereços de e-mail institucionais de vários árbitros potenciais. Para mais detalhes, visite [nosso site de suporte](#) . Observe que o editor detém o direito exclusivo de decidir se os revisores sugeridos serão usados ou não.

PREPARAÇÃO

Revisão por pares

Este jornal opera um único processo de revisão cega. Todas as contribuições serão avaliadas inicialmente pelo editor quanto à adequação ao periódico. Os artigos considerados adequados são normalmente enviados a um mínimo de dois revisores especialistas independentes para avaliar a qualidade científica do artigo. O Editor é responsável pela decisão final quanto à aceitação ou rejeição dos artigos. A decisão do Editor é final. [Mais informações sobre os tipos de revisão por pares](#) .

Uso de software de processamento de texto

É importante que o arquivo seja salvo no formato nativo do processador de texto utilizado. O texto deve estar em formato de coluna única. Mantenha o layout do texto o mais simples possível. A maioria dos códigos de formatação será removida e substituída no processamento do artigo. Em particular, não use as opções do processador de palavras para justificar o texto ou hifenizar palavras. No entanto, use negrito, itálico, subscrito, sobrescrito etc. Não incorpore equações ou tabelas "projetadas graficamente", mas prepare-as usando a facilidade do processador de texto. Ao preparar tabelas, se você estiver usando uma grade de tabela, use apenas uma grade para cada

tabela individual e não uma grade para cada linha. Se nenhuma grade for usada, use tabulações, não espaços, para alinhar as colunas. O texto eletrônico deve ser preparado de forma muito semelhante à dos manuscritos convencionais (consulte também o Guia para Publicação com a Elsevier: <https://www.elsevier.com/guidepublication>) Não importe as figuras para o arquivo de texto, mas, em vez disso, indique suas localizações aproximadas diretamente no texto eletrônico e no manuscrito. Consulte também a seção sobre ilustrações eletrônicas.

Para evitar erros desnecessários, é altamente recomendável usar as funções de "verificação ortográfica" e "verificação gramatical" do seu processador de texto. Os números das linhas do revisor devem ser inseridos na margem esquerda.

Estrutura do artigo

Subdivisão - seções numeradas

Divida seu artigo em seções claramente definidas e numeradas. As subseções devem ser numeradas 1.1 (então 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (o resumo não está incluído na numeração das seções). Use esta numeração também para referências cruzadas internas: não se refira apenas ao 'texto'. Qualquer subseção pode receber um breve título. Cada título deve aparecer em sua própria linha separada.

Introdução

Indique os objetivos do trabalho e forneça uma fundamentação adequada, evitando um levantamento detalhado da literatura ou um resumo dos resultados.

material e métodos

Forneça detalhes suficientes para permitir que o trabalho seja reproduzido por um pesquisador independente. Os métodos já publicados devem ser resumidos e indicados por uma referência. Se estiver citando diretamente de um método publicado anteriormente, use aspas e também cite a fonte. Quaisquer modificações nos métodos existentes também devem ser descritas.

Teoria / cálculo

Uma seção de Teoria deve estender, não repetir, os antecedentes do artigo já tratado na Introdução e estabelecer as bases para trabalhos futuros. Em contraste, uma seção de cálculo representa um desenvolvimento prático de uma base teórica.

Resultados

Os resultados devem ser claros e concisos.

Discussão

Isso deve explorar a importância dos resultados do trabalho, não repeti-los. Uma seção combinada de Resultados e Discussão costuma ser apropriada. Evite citações extensas e discussão da literatura publicada.

Conclusões

As principais conclusões do estudo podem ser apresentadas em uma curta seção de Conclusões, que pode ser isolada ou formar uma subseção de uma seção de Discussão ou Resultados e Discussão.

Apêndices

Se houver mais de um apêndice, eles devem ser identificados como A, B, etc. As fórmulas e equações nos apêndices devem receber numeração separada: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; em um apêndice subsequente, Eq. (B.1) e assim por diante. Da mesma forma para tabelas e figuras: Tabela A.1; Fig. A.1, etc.

Informações essenciais da página de título

- **Título.** Conciso e informativo. Os títulos são freqüentemente usados em sistemas de recuperação de informações. Evite abreviações e fórmulas sempre que possível.
- **Nomes de autores e afiliações.** Indique claramente o (s) nome (s) e sobrenome (s) de cada autor e verifique se todos os nomes foram digitados corretamente. Você pode adicionar seu nome entre parênteses em seu próprio script por trás da transliteração em inglês. Apresente os endereços de afiliação dos autores (onde o trabalho real foi feito) abaixo dos nomes. Indique todas as afiliações com uma letra sobrescrita minúscula imediatamente após o nome do autor e na frente do endereço apropriado. Forneça o endereço postal completo de cada afiliação, incluindo o nome do país e, se disponível, o endereço de e-mail de cada autor.
- **Autor correspondente.** Indique claramente quem irá lidar com a correspondência em todas as fases de avaliação e publicação, também após a publicação. Essa responsabilidade inclui responder a quaisquer dúvidas futuras sobre Metodologia e Materiais. **Certifique-se de que o endereço de e-mail seja fornecido e que os dados de contato sejam mantidos atualizados pelo autor correspondente.**
- **Endereço atual / permanente.** Se um autor mudou desde que o trabalho descrito no artigo foi feito, ou estava visitando na época, um 'endereço atual' (ou 'endereço permanente') pode ser indicado como uma nota de rodapé ao nome desse autor. O endereço no qual o autor realmente fez o trabalho deve ser mantido como o endereço de afiliação principal. Números arábicos sobrescritos são usados para essas notas de rodapé.

luzes

Destaques são obrigatórios para este periódico, pois ajudam a aumentar a descoberta de seu artigo por meio de mecanismos de pesquisa. Eles consistem em uma pequena coleção de marcadores que capturam os novos resultados de sua pesquisa, bem como novos métodos que foram usados durante o estudo (se houver). Por favor, dê uma olhada nos exemplos aqui: [destaques de exemplo](#).

Os destaques devem ser enviados em um arquivo editável separado no sistema de submissão online. Use 'Destaques' no nome do arquivo e inclua de 3 a 5 marcadores (máximo de 85 caracteres, incluindo espaços, por marcador).

Resumo

É necessário um resumo conciso e factual. O resumo deve indicar brevemente o objetivo da pesquisa, os principais resultados e as principais conclusões. Um resumo geralmente é apresentado separadamente do artigo, portanto, deve ser independente. Por esta razão, referências devem ser evitadas, mas se for imprescindível citar o (s) autor (es) e ano (s). Além disso, abreviações não padronizadas ou incomuns devem ser evitadas, mas, se essenciais, devem ser definidas na primeira menção no próprio resumo.

Resumo gráfico

Embora o resumo gráfico seja opcional, seu uso é incentivado, pois chama mais atenção para o artigo online. O resumo gráfico deve resumir o conteúdo do artigo de uma forma concisa e pictórica, projetada para captar a atenção de um grande número de leitores. Os resumos gráficos devem ser enviados como um arquivo separado no sistema de submissão online. Tamanho da imagem: forneça uma imagem com no mínimo 531 × 1328 pixels (h × w) ou proporcionalmente mais. A imagem deve ser legível em um tamanho de 5 × 13 cm usando uma resolução de tela regular de 96 dpi. Tipos de arquivo preferidos: arquivos TIFF, EPS, PDF ou MS Office. Você pode ver [Exemplo de resumos gráficos](#) em nosso site de informações. Os autores podem fazer uso do Elsevier [Serviços de Ilustração](#) garantir a melhor apresentação de suas imagens e de acordo com todos os requisitos técnicos.

Palavras-chave

Imediatamente após o resumo, forneça no máximo 6 palavras-chave, usando a grafia americana e evitando termos gerais e plurais e conceitos múltiplos (evite, por exemplo, 'e', 'de'). Seja cauteloso com abreviaturas: apenas abreviaturas firmemente estabelecidas no campo podem ser elegíveis. Essas palavras-chave serão usadas para fins de indexação.

Abreviações

Defina as abreviaturas que não sejam padrão neste campo em uma nota de rodapé a ser colocada na primeira página do artigo. As abreviaturas inevitáveis no resumo devem ser definidas na primeira menção lá, bem como no rodapé. Assegure a consistência das abreviaturas em todo o artigo.

Reconhecimentos

Reúna os agradecimentos em uma seção separada no final do artigo antes das referências e, portanto, não os inclua na página do título, como nota de rodapé do título ou de outra forma. Liste aqui as pessoas que forneceram ajuda durante a pesquisa (por exemplo, fornecendo ajuda com o idioma, assistência na redação ou revisão do artigo, etc.).

Formatação de fontes de financiamento

Liste as fontes de financiamento desta forma padrão para facilitar o cumprimento dos requisitos do financiador:

Financiamento: Este trabalho foi financiado pelo National Institutes of Health [números de concessão xxxx, yyyy]; a Fundação Bill e Melinda Gates, Seattle, WA [número da concessão zzzz]; e os Institutos de Paz dos Estados Unidos [número de concessão aaaa].

Não é necessário incluir descrições detalhadas sobre o programa ou tipo de bolsas e prêmios. Quando o financiamento vier de um subsídio em bloco ou outros recursos disponíveis para uma universidade, faculdade ou outra instituição de pesquisa, envie o nome do instituto ou organização que forneceu o financiamento.

Se nenhum financiamento foi fornecido para a pesquisa, inclua a seguinte frase:

Esta pesquisa não recebeu nenhuma bolsa específica de agências de fomento nos setores público, comercial ou sem fins lucrativos.

Unidades

Siga as regras e convenções aceitas internacionalmente: use o sistema internacional de unidades (SI). Se outras unidades forem mencionadas, forneça seu equivalente em SI.

Fórmulas matemáticas

Envie as equações matemáticas como texto editável e não como imagens. Apresente fórmulas simples alinhadas com o texto normal sempre que possível e use o solidus (/) em vez de uma linha horizontal para pequenos termos fracionários, por exemplo, X/Y . Em princípio, as variáveis devem ser apresentadas em itálico. As potências de e são freqüentemente mais convenientemente denotadas por exp. Numere consecutivamente todas as equações que devem ser exibidas separadamente do texto (se mencionadas explicitamente no texto).

Notas de rodapé

As notas de rodapé devem ser usadas com moderação. Numere-os consecutivamente ao longo do artigo. Muitos processadores de texto podem incluir notas de rodapé no texto e esse recurso pode ser usado. Caso contrário, indique a posição das notas de rodapé no texto e liste-as separadamente no final do artigo. Não inclua notas de rodapé na lista de referências.

*Obra de arte**Arte eletrônica**Pontos gerais*

- Certifique-se de usar letras e tamanhos uniformes de sua arte original.
- Incorpore as fontes usadas se o aplicativo fornecer essa opção.
- Procure usar as seguintes fontes em suas ilustrações: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol ou use fontes que sejam semelhantes.
- Numere as ilustrações de acordo com sua seqüência no texto.
- Use uma convenção de nomenclatura lógica para seus arquivos de arte.
- Forneça legendas para as ilustrações separadamente.
- Dimensione as ilustrações próximo às dimensões desejadas da versão publicada.
- Envie cada ilustração como um arquivo separado.
- Certifique-se de que as imagens coloridas sejam acessíveis a todos, incluindo aqueles com visão de cores prejudicada.

Uma detalhada [guia sobre arte eletrônica](#) está disponível.

Recomendamos que você visite este site; alguns trechos das informações detalhadas são fornecidos aqui.

Formatos

Se sua arte eletrônica for criada em um aplicativo do Microsoft Office (Word, PowerPoint, Excel), forneça "no estado em que se encontra" no formato de documento nativo.

Independentemente do aplicativo usado diferente do Microsoft Office, quando sua arte eletrônica for finalizada, 'Salvar como' ou converta as imagens em um dos seguintes formatos (observe os requisitos de resolução para desenhos de linhas, meios-tons e combinações de linha / meio-tom fornecidos abaixo): EPS (ou PDF): Desenhos vetoriais, incorpora todas as fontes usadas.

TIFF (ou JPEG): Fotografias coloridas ou em escala de cinza (meios-tons), com um mínimo de 300 dpi.

TIFF (ou JPEG): Desenhos de linha em bitmap (pixels puros em preto e branco), com um mínimo de 1000 dpi. TIFF (ou JPEG): Combinações de linha de bitmap / meio-tom (colorido ou tons de cinza), mantendo um mínimo de 500 dpi.

Por favor não:

- Fornece arquivos que são otimizados para uso na tela (por exemplo, GIF, BMP, PICT, WPG); eles normalmente têm um número baixo de pixels e um conjunto limitado de cores;
- Forneça arquivos com resolução muito baixa;
- Envie gráficos desproporcionalmente grandes para o conteúdo.

Arte colorida

Certifique-se de que os arquivos de arte estão em um formato aceitável (TIFF (ou JPEG), EPS (ou PDF) ou arquivos do MS Office) e com a resolução correta. Se, juntamente com seu artigo aceito, você enviar figuras coloridas utilizáveis, a Elsevier garantirá, sem nenhum custo adicional, que essas figuras aparecerão em cores online (por exemplo, ScienceDirect e outros sites), independentemente de essas ilustrações serem ou não reproduzidas em cores na versão impressa. **Para a reprodução em cores na impressão, você receberá informações sobre os custos da Elsevier após o recebimento do artigo aceito.** Indique a sua preferência de cor: impressa ou apenas online. [Mais informações sobre a preparação de arte eletrônica](#).

A impressão de cores é gratuita para artigos de metodologia e para revisões convidadas.

Ilustração da capa: Os autores são encorajados a enviar figuras interessantes para possível publicação na capa de um número desta revista; a figura deve fazer parte ou estar relacionada a seu artigo.

Legendas de figuras

Certifique-se de que cada ilustração tenha uma legenda. Forneça as legendas separadamente, não anexadas à figura. Uma legenda deve incluir um breve título (**não** na própria figura) e uma descrição da ilustração. Reduza o texto nas próprias ilustrações, mas explique todos os símbolos e abreviações usados.

Mesas

Envie tabelas como texto editável e não como imagens. As tabelas podem ser colocadas ao lado do texto relevante no artigo ou em página (s) separada (s) no final. Numere as tabelas consecutivamente de acordo com sua aparência no texto e coloque as notas da tabela abaixo do corpo da tabela. Seja cauteloso no uso de tabelas e assegure-se de que os dados nelas apresentados não duplicem os resultados descritos em outra parte do artigo. Evite usar régua vertical e sombreamento nas células da tabela.

Referências*Citação no texto*

Certifique-se de que todas as referências citadas no texto também estão presentes na lista de referências (e vice-versa). Quaisquer referências citadas no resumo devem ser fornecidas por extenso. Resultados não publicados e comunicações pessoais não são recomendados na lista de referências, mas podem ser mencionados no texto. Se essas referências estiverem incluídas na lista de referências, elas devem seguir o estilo de referência padrão da revista e devem incluir uma substituição da data de publicação por 'Resultados não publicados' ou 'Comunicação pessoal'. A citação de uma referência como 'no prelo' implica que o item foi aceito para publicação.

Links de referência

Maior capacidade de descoberta de pesquisas e revisão por pares de alta qualidade são garantidas por links online para as fontes citadas. Para nos permitir criar links para serviços de abstração e indexação, como Scopus, CrossRef e PubMed, certifique-se de que os dados fornecidos nas referências estão corretos. Observe que sobrenomes, títulos de periódicos / livros, ano de publicação e paginação incorretos podem impedir a criação de links. Ao copiar referências, tenha cuidado, pois elas já podem conter erros. O uso do DOI é altamente encorajado.

Um DOI tem garantia de nunca mudar, então você pode usá-lo como um link permanente para qualquer artigo eletrônico. Um exemplo de citação usando DOI para um artigo que ainda não foi publicado é: VanDecar JC, Russo RM, James DE, Ambeh WB, Franke M. (2003). Continuação asísmica da laje das Pequenas Antilhas abaixo do nordeste da Venezuela. *Journal of Geophysical Research*, <https://doi.org/10.1029/2001JB000884>. Observe que o formato de tais citações deve ser no mesmo estilo que todas as outras referências no artigo.

Referências da web

No mínimo, o URL completo deve ser fornecido e a data em que a referência foi acessada pela última vez. Quaisquer informações adicionais, se conhecidas (DOI, nomes dos autores, datas, referência a uma publicação fonte, etc.), também devem ser fornecidas. As referências da Web podem ser listadas separadamente (por exemplo, após a lista de referências) sob um título diferente, se desejado, ou podem ser incluídas na lista de referências.

Referências de dados

Este jornal encoraja você a citar conjuntos de dados subjacentes ou relevantes em seu manuscrito, citando-os em seu texto e incluindo uma referência de dados em sua Lista de Referência. As referências de dados devem incluir os seguintes elementos: nome (s) do autor, título do conjunto de dados, repositório de dados, versão (quando disponível), ano e identificador persistente global. Adicione [dataset] imediatamente antes da referência para que possamos identificá-lo corretamente como uma referência de dados. O identificador [dataset] não aparecerá em seu artigo publicado.

Referências em uma edição especial

Certifique-se de que as palavras 'este problema' sejam adicionadas a quaisquer referências na lista (e quaisquer citações no texto) para outros artigos no mesmo número especial.

Software de gerenciamento de referência

A maioria dos periódicos da Elsevier tem seu modelo de referência disponível em muitos dos produtos de software de gerenciamento de referência mais populares. Isso inclui todos os produtos que suportam [Estilos de linguagem de estilo de citação](#), tal como [Mendeley](#). Usando plug-ins de citação desses produtos, os autores só precisam selecionar o modelo de periódico apropriado ao preparar seu artigo, após o qual as citações e bibliografias serão formatadas automaticamente no estilo do periódico. Se ainda não houver um modelo disponível para este periódico, siga o formato das referências e citações de amostra, conforme mostrado neste Guia. Se você usar um software de gerenciamento de referência, certifique-se de remover todos os códigos de campo antes de enviar o manuscrito eletrônico. [Mais informações sobre como remover códigos de campo de diferentes softwares de gerenciamento de referência](#).

Os usuários do Mendeley Desktop podem instalar facilmente o estilo de referência para este periódico clicando no seguinte link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/hearing-research>

Ao preparar seu manuscrito, você poderá selecionar este estilo usando os plug-ins Mendeley para Microsoft Word ou LibreOffice.

Formatação de referência

Não há requisitos rígidos de formatação de referência no momento do envio. As referências podem estar em qualquer estilo ou formato, desde que o estilo seja consistente. Quando aplicável, o (s) nome (s) do (s) autor (es), título do periódico / título do livro, título do capítulo / título do artigo, ano de publicação, número do volume / capítulo do livro e o número do artigo ou paginação devem estar presentes. O uso do DOI é altamente encorajado. O estilo de referência usado pela revista será aplicado ao artigo aceito pela Elsevier na fase de prova. Observe que os dados ausentes serão destacados na fase de prova para o autor corrigir. Se você deseja formatar as referências por conta própria, elas devem ser organizadas de acordo com os seguintes exemplos:

Estilo de Referência

Texto: indica as referências dentro do texto entre parênteses pelo nome do autor e, em seguida, ano. Por exemplo:

(Smith, et al., 2007)

Lista: as referências devem ser listadas em ordem alfabética pelo sobrenome dos autores. Por exemplo:

Bibel, M., Hoppe, E., Barde, YA, 1999. Interações bioquímicas e funcionais entre os receptores de neurotrofina trk e p75 (NTR). *EMBO Journa* 18, 616-622.

Brors, D., Hansen, S., Mlynski, R., Volkenstein, S., Aletsee, C., Sendtner, M., Ryan, AF, Dazert, S., 2008. Crescimento do gânglio espiral e desenvolvimento auditivo em camundongos deficientes em p75 (NTR). *Audiology and Neuro-otology* 13, 388-395.

Chu, GKT, Yu, W., Fehlings, MG, 2007. O receptor de neurotrofina p75 é essencial para a sobrevivência das células neuronais e melhora da recuperação funcional após lesão da medula espinhal. *Neuroscience* 148, 668-682.

Davis, RR, Newlander, JK, Ling, XB, Cortopassi, GA, Krieg, EF, Erway, LC, 2001. Base genética para suscetibilidade à perda auditiva induzida por ruído em camundongos. *Hearing Research* 155, 82-90.

Dechant, G., Barde, YA, 2002. The neurotrophin receptor p75 (NTR): novas funções e implicações para doenças do sistema nervoso. *Nature Neuroscience* 5, 1131-1136.

Fonte de abreviações de periódicos

Os nomes dos periódicos devem ser abreviados de acordo com o [Lista de abreviações de palavras de título](#).

Vídeo

A Elsevier aceita material de vídeo e sequências de animação para apoiar e aprimorar sua pesquisa científica. Os autores que possuem arquivos de vídeo ou animação que desejam enviar com seu artigo são fortemente encorajados a incluir links para esses arquivos no corpo do artigo. Isso pode ser feito da mesma forma que uma figura ou tabela, referindo-se ao conteúdo do vídeo ou animação e observando no corpo do texto onde deve ser colocado. Todos os arquivos enviados devem ser devidamente rotulados para que se relacionem diretamente com o conteúdo do arquivo de vídeo. Para garantir que o seu material de vídeo ou animação possa ser usado diretamente, forneça o arquivo em um dos formatos de arquivo recomendados com um tamanho máximo preferido de 150 MB por arquivo, 1 GB no total. [ScienceDirect](#). Forneça 'fotos' com seus arquivos: você pode escolher qualquer quadro do vídeo ou animação ou fazer uma imagem separada. Eles serão usados no lugar dos ícones padrão e irão personalizar o link para seus dados de vídeo. Para obter instruções mais detalhadas, visite nosso [páginas de instruções de vídeo](#). Nota: como vídeo e animação não podem ser incorporados na versão impressa da revista, forneça texto tanto para a versão eletrônica quanto para a impressa para as partes do artigo que se referem a este conteúdo.

Visualização de dados

Inclua visualizações de dados interativos em sua publicação e deixe seus leitores interagirem e se envolverem mais de perto com sua pesquisa. Siga as instruções [aqui](#) para saber mais sobre as opções de visualização de dados disponíveis e como incluí-las em seu artigo.

Material suplementar

Material suplementar, como aplicativos, imagens e clipes de som, pode ser publicado com seu artigo para aprimorá-lo. Os itens suplementares enviados são publicados exatamente como são recebidos (os arquivos Excel ou PowerPoint aparecerão como tal online). Envie seu material junto com o artigo e forneça uma legenda concisa e descritiva para cada arquivo suplementar. Se desejar fazer alterações no material suplementar durante qualquer estágio do processo, certifique-se de fornecer um arquivo atualizado. Não anote nenhuma correção em uma versão anterior. Desative a opção 'Rastrear alterações' nos arquivos do Microsoft Office, pois eles aparecerão na versão publicada.

Dados de pesquisa

Esta revista incentiva e permite que você compartilhe dados que apoiem a publicação de sua pesquisa quando apropriado e permite que você interligue os dados com seus artigos publicados. Os dados de pesquisa referem-se aos resultados de observações ou experimentações que validam os resultados da pesquisa. Para facilitar a reprodutibilidade e a reutilização de dados, esta revista também incentiva você a compartilhar seu software, código, modelos, algoritmos, protocolos, métodos e outros materiais úteis relacionados ao projeto.

Abaixo estão algumas maneiras pelas quais você pode associar dados a seu artigo ou fazer uma declaração sobre a disponibilidade de seus dados ao enviar seu manuscrito. Se você está compartilhando dados de uma dessas maneiras, você é encorajado a citar os dados em seu manuscrito e lista de referências. Consulte a seção "Referências" para obter mais informações sobre a citação de dados. Para obter mais informações sobre como depositar, compartilhar e usar dados de pesquisa e outros materiais de pesquisa relevantes, visite o [dados de pesquisa](#) página.

Ligação de dados

Se você disponibilizou seus dados de pesquisa em um repositório de dados, pode vincular seu artigo diretamente ao conjunto de dados. A Elsevier colabora com vários repositórios para vincular artigos no ScienceDirect a repositórios relevantes, dando aos leitores acesso aos dados subjacentes que lhes dão uma melhor compreensão da pesquisa descrita.

Existem diferentes maneiras de vincular seus conjuntos de dados ao seu artigo. Quando disponível, você pode vincular diretamente seu conjunto de dados ao seu artigo, fornecendo as informações relevantes no sistema de submissão. Para obter mais informações, visite o [página de ligação de banco de dados](#).

Para [repositórios de dados suportados](#) um banner de repositório aparecerá automaticamente próximo ao seu artigo publicado no ScienceDirect.

Além disso, você pode vincular a dados ou entidades relevantes por meio de identificadores dentro do texto do seu manuscrito, usando o seguinte formato: Banco de dados: xxxx (por exemplo, TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

Mendeley Data

Este periódico apoia o Mendeley Data, permitindo que você deposite quaisquer dados de pesquisa (incluindo dados brutos e processados, vídeo, código, software, algoritmos, protocolos e métodos) associados ao seu manuscrito em um repositório de acesso aberto e gratuito. Durante o processo de submissão, após enviar seu manuscrito, você terá a oportunidade de enviar seus conjuntos de dados relevantes diretamente para *Mendeley Data*. Os conjuntos de dados serão listados e diretamente acessíveis aos leitores ao lado do seu artigo publicado online.

Para obter mais informações, visite o [Mendeley Data para página de periódicos](#).

Dados resumidos

Você tem a opção de converter qualquer ou todas as partes de seus dados brutos suplementares ou adicionais em um ou vários artigos de dados, um novo tipo de artigo que abriga e descreve seus dados. Os artigos de dados garantem que seus dados sejam ativamente revisados, com curadoria, formatados, indexados, dados um DOI e disponibilizados publicamente a todos na publicação. Você é incentivado a enviar seu artigo para *Dados resumidos* como um item adicional diretamente ao lado da versão revisada de seu manuscrito. Se o seu artigo de pesquisa for aceito, seu artigo de dados será automaticamente transferido para *Dados resumidos* onde será revisado editorialmente e publicado no jornal de dados de acesso aberto, *Dados resumidos*. Por favor, observe que uma taxa de acesso aberto de USD 600 deve ser paga para publicação em *Dados resumidos*. Detalhes completos podem ser encontrados no [Site de dados resumidos](#). Por favor, use [este modelo](#) para escrever seus dados em resumo.

Declaração de dados

Para promover a transparência, encorajamos você a declarar a disponibilidade de seus dados em seu envio. Isso pode ser um requisito do seu órgão de financiamento ou instituição. Se seus dados estiverem indisponíveis para acesso ou inadequados para postagem, você terá a oportunidade de indicar o motivo durante o processo de envio, por exemplo, declarando que os dados da pesquisa são confidenciais. A declaração aparecerá com seu artigo publicado no ScienceDirect. Para obter mais informações, visite o [Página de declaração de dados](#).

APÓS A ACEITAÇÃO

Correção de prova online

Para garantir um rápido processo de publicação do artigo, pedimos gentilmente aos autores que nos forneçam as correções de suas provas em até dois dias. Os autores para correspondência receberão um e-mail com um link para nosso sistema de revisão online, permitindo a anotação e correção das provas online. O ambiente é parecido com o do MS Word: além da edição de texto, você também pode comentar figuras / tabelas e esclarecer dúvidas no Editor de Texto. A revisão baseada na Web fornece um processo mais rápido e menos sujeito a erros, permitindo que você digite diretamente suas correções, eliminando a introdução potencial de erros.

Se preferir, você ainda pode escolher anotar e fazer upload de suas edições na versão em PDF. Todas as instruções de revisão serão fornecidas no e-mail que enviamos aos autores, incluindo métodos alternativos à versão online e PDF.

Faremos todo o possível para que seu artigo seja publicado com rapidez e precisão. Use esta prova apenas para verificar a formatação, edição, completude e correção do texto, tabelas e figuras. Alterações significativas no artigo aceito para publicação somente serão consideradas nesta etapa com a permissão do Editor. É importante garantir que todas as correções sejam enviadas de volta para nós em uma comunicação. Verifique cuidadosamente antes de responder, pois a inclusão de quaisquer correções subsequentes não pode ser garantida. A revisão é exclusivamente sua responsabilidade.

Offprints

O autor para correspondência receberá, sem nenhum custo, um impresso personalizado [Compartilhar link](#) fornecendo 50 dias de acesso gratuito à versão final publicada do artigo sobre [ScienceDirect](#). O link de compartilhamento pode ser usado para compartilhar o artigo por meio de qualquer canal de comunicação, incluindo e-mail e mídia social. Por um custo extra, separatas em papel podem ser solicitadas por meio do formulário de pedido de separatas que é enviado assim que o artigo é aceito para publicação. Os correspondentes e co-autores podem solicitar separatas a qualquer momento por meio do site da Elsevier [Serviços do autor](#). Os autores correspondentes que publicaram seu artigo com acesso aberto ouro não recebem um link de compartilhamento, pois sua versão final publicada do artigo está disponível em acesso aberto no ScienceDirect e pode ser compartilhada através do link do artigo DOI.

INQUÉRITOS DO AUTOR

Visite a [Centro de Suporte Elsevier](#) para encontrar as respostas de que você precisa. Aqui você encontrará de tudo, desde perguntas frequentes a maneiras de entrar em contato.

Você também pode [verifique o status do seu artigo enviado](#) ou descobrir [quando o seu artigo aceito será publicado](#).

© Copyright 2018 Elsevier | <https://www.elsevier.com>

ANEXO B – PRISMA 2009 CHECKLIST

Seção/tópico	N.	Item do checklist	Relatado na página nº
TÍTULO			
<i>Título</i>	1	Identifique o artigo como uma revisão sistemática, meta-análise ou ambos.	
RESUMO			
<i>Resumo estruturado</i>	2	Apresente um resumo estruturado incluindo, se aplicável: referencial teórico; objetivos; fonte de dados; critérios de elegibilidade; participantes e intervenções; avaliação do estudo e síntese dos métodos; resultados; limitações; conclusões e implicações dos achados principais; número de registro da revisão sistemática.	
INTRODUÇÃO			
<i>Racional</i>	3	Descreva a justificativa da revisão no contexto do que já é conhecido.	
<i>Objetivos</i>	4	Apresente uma afirmação explícita sobre as questões abordadas com referência a participantes, intervenções, comparações, resultados e desenho de estudo (PICOS).	
MÉTODOS			
<i>Protocolo e registro</i>	5	Indique se existe um protocolo de revisão, se e onde pode ser acessado (ex. endereço eletrônico), e, se disponível, forneça informações sobre o registro da revisão, incluindo o número de registro.	
<i>Crítérios de elegibilidade</i>	6	Especifique características do estudo (ex. PICOS, extensão do seguimento) e características dos relatos (ex. anos considerados, idioma, se é publicado) usadas como critérios de elegibilidade, apresentando justificativa.	
<i>Fontes de informação</i>	7	Descreva todas as fontes de informação na busca (ex. base de dados com datas de cobertura, contato com autores para identificação de estudos adicionais) e data da última busca.	
<i>Busca</i>	8	Apresente a estratégia completa de busca eletrônica para pelo menos uma base de dados, incluindo os limites utilizados, de forma que possa ser repetida.	
<i>Seleção dos estudos</i>	9	Apresente o processo de seleção dos estudos (isto é, busca, elegibilidade, os incluídos na revisão sistemática, e, se aplicável, os incluídos na meta-análise).	
<i>Processo de coleta de dados</i>	10	Descreva o método de extração de dados dos artigos (ex. formas para piloto, independente, em duplicata) e todos os processos para obtenção e confirmação de dados dos pesquisadores.	
<i>Lista dos dados</i>	11	Liste e defina todas as variáveis obtidas dos dados (ex. PICOS, fontes de financiamento) e quaisquer referências ou simplificações realizadas.	
<i>Risco de viés em cada estudo</i>	12	Descreva os métodos usados para avaliar o risco de viés em cada estudo (incluindo a especificação se foi feito durante o estudo ou no nível de resultados), e como esta informação foi usada na análise de dados.	
<i>Medidas de sumarização</i>	13	Defina as principais medidas de sumarização dos resultados (ex. risco relativo, diferença média).	
<i>Síntese dos resultados</i>	14	Descreva os métodos de análise dos dados e combinação de resultados dos estudos, se realizados, incluindo medidas de consistência (por exemplo, I ²) para cada meta-análise.	
<i>Risco de viés entre estudos</i>	15	Especifique qualquer avaliação do risco de viés que possa influenciar a evidência cumulativa (ex. viés de publicação, relato seletivo nos estudos).	
<i>Análises adicionais</i>	16	Descreva métodos de análise adicional (ex. análise de sensibilidade ou análise de subgrupos, metarregressão), se realizados, indicando quais foram pré-especificados.	

Seção/tópico	N.	Item do <i>checklist</i>	Relatado na página nº
RESULTADOS			
<i>Seleção de estudos</i>	17	Apresente números dos estudos rastreados, avaliados para elegibilidade e incluídos na revisão, razões para exclusão em cada estágio, preferencialmente por meio de gráfico de fluxo.	
<i>Características dos estudos</i>	18	Para cada estudo, apresente características para extração dos dados (ex. tamanho do estudo, PICOS, período de acompanhamento) e apresente as citações.	
<i>Risco de viés em cada estudo</i>	19	Apresente dados sobre o risco de viés em cada estudo e, se disponível, alguma avaliação em resultados (ver item 12).	
<i>Resultados de estudos individuais</i>	20	Para todos os resultados considerados (benefícios ou riscos), apresente para cada estudo: (a) sumário simples de dados para cada grupo de intervenção e (b) efeitos estimados e intervalos de confiança, preferencialmente por meio de gráficos de floresta.	
<i>Síntese dos resultados</i>	21	Apresente resultados para cada meta-análise feita, incluindo intervalos de confiança e medidas de consistência.	
<i>Risco de viés entre estudos</i>	22	Apresente resultados da avaliação de risco de viés entre os estudos (ver item 15).	
<i>Análises adicionais</i>	23	Apresente resultados de análises adicionais, se realizadas (ex. análise de sensibilidade ou subgrupos, metarregressão [ver item 16]).	
DISCUSSÃO			
<i>Sumário da evidência</i>	24	Sumarize os resultados principais, incluindo a força de evidência para cada resultado; considere sua relevância para grupos-chave (ex. profissionais da saúde, usuários e formuladores de políticas).	
<i>Limitações</i>	25	Discuta limitações no nível dos estudos e dos desfechos (ex. risco de viés) e no nível da revisão (ex. obtenção incompleta de pesquisas identificadas, viés de relato).	
<i>Conclusões</i>	26	Apresente a interpretação geral dos resultados no contexto de outras evidências e implicações para futuras pesquisas.	
FINANCIAMENTO			
<i>Financiamento</i>	27	Descreva fontes de financiamento para a revisão sistemática e outros suportes (ex.: suprimento de dados), papel dos financiadores na revisão sistemática.	

Nota. Referência Original: MOHER, David et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **PLoS med**, v. 6, n. 7, p. e1000097, 2009. Versão traduzida em português: GALVÃO, Taís Freire; PANSANI, Thais de Souza Andrade; HARRAD, David. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 24, p. 335-342, 2015.

**ANEXO C – MOOSE GUIDELINES FOR META-ANALYSES AND SYSTEMATIC
REVIEWS OF OBSERVATIONAL STUDIES**

	Tópico	Página
<i>Titulo</i>	Identifique o estudo como uma meta-análise (ou revisão sistemática)	1
<i>Resumo</i>	Use o formato estruturado da revista	1
<i>Introdução</i>	Apresentar	
	O problema clínico	2-3
	A Hipótese	2-3
	Uma declaração dos objetivos que inclui a população do estudo, a condição de interesse, a exposição ou intervenção e o (s) resultado (s) considerado (s)	3
<i>Fontes</i>	Descrever	
	Qualificações dos pesquisadores (por exemplo, bibliotecários e pesquisadores)	3
	Estratégia de pesquisa, incluindo período de tempo incluído na síntese e palavras-chave	4
	Esforço para incluir todos os estudos disponíveis, incluindo contato com os autores	4
	Bancos de dados e registros pesquisados	4
	Software de pesquisa usado, nome e versão, incluindo recursos especiais usados (por exemplo, explosão)	5
	Uso de pesquisa manual (por exemplo, listas de referência de artigos obtidos)	4
	Lista de citações localizadas e excluídas, incluindo justificativa	Fig 1
	Método de abordar artigos publicados em outros idiomas além do inglês	n/a
	Método de tratamento de resumos e estudos não publicados	n/a
	Descrição de qualquer contato com os autores	n/a
<i>Seleção dos estudos</i>	Descrever	
	Tipo de desenho de estudos considerados	3
	Relevância ou adequação dos estudos recolhidos para avaliar a hipótese a ser testada	5-6
	Justificativa para a seleção e codificação de dados (por exemplo, princípios clínicos sólidos ou conveniência)	3-4
	Documentação de como os dados foram classificados e codificados (por exemplo, vários avaliadores, cegamento e confiabilidade Inter examinador)	5-6
	Avaliação de confusão (por exemplo, comparabilidade de casos e controles em estudos onde apropriado)	n/a

	Avaliação da qualidade do estudo, incluindo cegamento dos avaliadores de qualidade; estratificação ou regressão em possíveis preditores de resultados do estudo	5-6
	Avaliação de heterogeneidade	n/a
	Métodos estatísticos (por exemplo, descrição completa de modelos de efeitos fixos ou aleatórios, justificativa de se os modelos escolhidos são responsáveis por preditores de resultados de estudo, modelos de dose-resposta ou meta-análise cumulativa) em detalhes suficientes para serem replicados	6
<i>Resultados</i>	Apresentar	
	Um gráfico que resume as estimativas individuais do estudo e a estimativa geral	Fig 1
	Uma tabela com informações descritivas para cada estudo incluído	Tabela 1
	Resultados do teste de sensibilidade (por exemplo, análise de subgrupo)	n/a
	Indicação de incerteza estatística dos resultados	Tabela 3
<i>Discussão</i>	Discutir	
	Potencialidades e fragilidades	8-12
	Possíveis vieses no processo de revisão (por exemplo, viés de publicação)	6
	Avaliação da qualidade dos estudos incluídos	6
	Consideração de explicações alternativas para os resultados observados	8-12
	Generalização das conclusões (ou seja, apropriadas para os dados apresentados e dentro do domínio da revisão da literatura)	8-12
	Diretrizes para pesquisas futuras	12-13
	Divulgação da fonte de financiamento	

*Referência: STROUP, Donna F. et al. Meta-analysis of observational studies in epidemiology: a proposal for reporting. *Jama*, v. 283, n. 15, p. 2008-2012, 2000

ANEXO D – COMPROVANTE DO PROTOCOLO DE REGISTRO DA REVISÃO SISTEMÁTICA NO PROSPERO

Resposta auditiva de tronco cerebral evocada pela fala em implante coclear em comparação com audição normal: uma revisão sistemática e meta-análise

Leonardo Venâncio, Lilian Muniz, Laís Hora

Citação

Leonardo Venâncio, Lilian Muniz, Laís Hora. Resposta auditiva de tronco encefálica evocada por fala em implante coclear em comparação com audição normal: uma revisão sistemática e meta-análise. PROSPERO 2020 CRD42020151073 Disponível em: https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display_record.php?ID=CRD42020151073

Revisão da pergunta

Os pacientes com implante coclear apresentam respostas auditivas de tronco encefálico evocadas pela fala distintas em relação à audição normal, apesar do protocolo de avaliação utilizado?

Pesquisas

Fontes de dados:

- Como fontes primárias de informação, buscaremos as bases de dados da web: MEDLINE via PubMed, LILACS via BIREME, Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SciELO (.org) e Biblioteca Cochrane.

- A literatura cinza também será pesquisada por meio da Pesquisa na Web nas seguintes bases de dados que indexam esse tipo de literatura: OAlster, openDOAR, OpenGrey, DissOnline.de, The New York Academy of Medicine e British Library Inside.

-Os procedimentos e resumos dos congressos serão pesquisados ??manualmente no portal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia, que hospeda os trabalhos do Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia realizado entre 1984-2016 e outros sites específicos até 2019 que serão divulgados. Encontro Internacional de Audiologia e Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial que acolhe os trabalhos do Congresso Brasileiro de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial.

- Bancos de dados de ensaios clínicos também serão pesquisados ??para capturar outras fontes publicadas e não publicadas: ClinicalTrials.gov e Ensaiosclinicos.gov.br

Pesquisar itens:

Os termos de busca incluirão descritores controlados de Medical Subject Heading (MeSH) e Health Sciences Descriptors (DeCS) associados a vocabulário não controlado aplicado a cada domínio específico da questão de pesquisa, de acordo com a estratégia PICO. Estes incluem: Implantes Cocleares, Implante Coclear, Implante Coclear, Implantação Coclear, Implantes Cocleares, Potenciais Evocados Tronco Encefálico Auditivo, Potenciais Evocados Auditivos do Tronco Encefálico, Respostas Evocadas Auditivas do Tronco Encefálico, Resposta Auditiva a sons complexos, resposta envelope-follow, resposta auditiva de tronco encefálico evocado por fala, PEATE evocado por fala e resposta subcortical em estado estacionário.

Não iremos restringir por período e idioma de publicação. Informações adicionais sobre a estratégia de pesquisa serão disponibilizadas publicamente no documento PDF anexado (link fornecido abaixo) até que a revisão seja concluída.

Tipos de estudo a serem incluídos

Estudos observacionais de artigos originais, anais de conferências e teses.

Serão excluídos os estudos não humanos, editoriais, revisões, revisão de literatura e aqueles que estão duplicados em diferentes bases de dados.

Condição ou domínio sendo estudado

Até o momento, há conhecimento limitado sobre como avaliar o processamento da fala de maneira precisa e confiável no nível do tronco cerebral em pacientes com implante coclear.

É possível que essas informações auxiliem na proposição de estratégias baseadas na efetividade das ações oriundas do monitoramento da codificação neural com ênfase nas experiências auditivas do sujeito em diferentes situações auditivas desafiadoras.

Como não existe um padrão ouro para avaliação neles, pretendemos revisar as respostas auditivas de tronco encefálico evocadas pela fala e os protocolos usados ??no implante coclear em comparação com a audição normal.

Participantes / população

Inclusão: sujeitos com implante coclear que foram submetidos a Resposta Auditiva de Tronco Encefálico Evocada por Fala (também chamada de Resposta de Frequência Seguinte).

Exclusão: sujeitos que têm diagnóstico de comorbidades, síndromes neurológicas, distúrbios do tronco encefálico, distúrbios da linguagem e estão em uso de medicamentos com ação no sistema nervoso central.

Intervenção (ões), exposição (ões)

Vamos nos concentrar em uma técnica de avaliação auditiva de EEG: registros auditivos de tronco encefálico evocados por fala. Este teste registra ondas cerebrais enquanto o participante ouve sons de um alto-falante. A resposta do cérebro a esses estímulos é registrada para observar o processamento auditivo central dos sons da fala.

Comparador (es) / controle

Sujeitos sem implante coclear e com audição normal que não possuam comorbidades diagnosticadas, síndromes neurológicas, distúrbios de tronco encefálico, distúrbios de linguagem e que não façam uso de medicamentos com ação no sistema nervoso central.

Resultado (s) principal (is)

Alteração nos valores das ondas cerebrais para latência, amplitude, inclinação e área (ou outros resultados de desenvolvimento, se disponíveis) medidos pelo tronco encefálico evocado por fala.

* Medidas de efeito

Para determinar os diferentes protocolos de Tronco Encefálico Auditivo Evocado por Fala utilizados na população de implantes cocleares, bem como as características das medidas auditivas obtidas (valores de latência, amplitude, inclinação e área):

- Tipo de equipamento
- Tipo de software
- Tipo, natureza, duração, intensidade e polaridade do estímulo
- Ouvido estimulado
- Montagem de eletrodos
- Taxa de amostragem

- Filtragem
- Média do Sinal
- Janela
- Duração do teste
- F0, F1 e F2 (Hz)

Resultado (s) adicional (is)

Nenhum.

* Medidas de efeito

Não aplicável.

Extração de dados (seleção e codificação)

Seleção de estudo:

- O processo de seleção dos estudos incluirá a avaliação da elegibilidade por meio de triagem por título e leitura do resumo e etapa final de confirmação pela leitura do manuscrito concluído, a ser realizada por dois revisores independentes às cegas.
- Reviewers will complete a online form via Google previously prepared based on the question guiding this review and established inclusion and exclusion criteria to discard studies that do not meet the criteria adopted and record reasons for deletion.
- In case of disagreement about the judgment, it will be up to a third reviewer, who specializes in the field, to judge whether the study will be included in the systematic review.

Data extraction:

- We will extract information about: study identification (complete bibliographic reference, year of publication, country), study design, participant demographics characteristics, protocol for the examination of the tests and their main finding.
- Data extraction will be performed by two independent reviewers and an other person will check the extracted data, in case of disagreement, will be resolved by consensus.
- Missing data will be handled for contacted for unreported data or additional details.
- The data will be recorded in an Excel spreadsheet.

Risk of bias (quality) assessment

The Risk of bias of the included studies will be evaluated by two researchers independently to confirm the methodological validity using the Newcastle-Ottawa Scale Scale (NOS), adapted for cross observational studies which includes the following bias risk investigation domains: selection, comparability and outcomes in the following items: (1) Representativeness of the sample; (2) sample size; (3) non-respondents; (4) ascertainment of the exposure (risk factor); (5) comparability to investigate whether individuals in different groups of outcomes are comparable based on study design or analysis, control for confounding factors; (6) assessment of the outcome and (7) statistical test. Discrepancies must be resolved by discussion.

The evaluation of the quality of evidence will also be determined according to the Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE) guidelines.

Strategy for data synthesis

The data will be aggregated, according to group and control, if any. We will describe the results in descriptive

form in tabular and quantitative format through adjusted and unadjusted association measures, when available, according to the main characteristics and variables obtained in each study that can be presented in tables or graphs.

The random effects model will be used for meta-analysis analysis because it is more conservative and suitable for observational studies, considering its nature. Statistical heterogeneity between studies will be measured by the τ^2 test (τ^2) and inconsistency will be tested using the Higgins (I^2) inconsistency test. A p value of less than 0.10 for the τ^2 test is considered statistically significant, given that the variability between the association measures is not attributed to chance. I^2 values greater than 0.5 or 50% indicate high heterogeneity.

Analysis of subgroups or subsets

If it is found that there is high heterogeneity among studies, meta-regression analysis will be performed and / or subgroup analysis to find the cause. On the other hand, if heterogeneity is not explained by any kind of analysis, the meta-analysis will not be performed, as the measures cannot be faithfully aggregated.

In addition, we intend to demonstrate publication bias through the improved contour funnel plot of each result, using the effect size of each test relative to standard error, and the forest plot to demonstrate measures of association, and confidence interval of the individual studies. All analyzes will be conducted using RevMan 5.3 software.

Contact details for further information

Leonardo Gleygson Angelo Venâncio
leonardoserrita@hotmail.com

Organisational affiliation of the review

Federal University of Pernambuco
<https://www.ufpe.br/ppgsch>

Review team members and their organisational affiliations

Leonardo Venâncio. Federal University of Pernambuco
Dr Lillian Muniz. Federal University of Pernambuco
Laís Hora. Federal University of Pernambuco

Type and method of review

Meta-analysis, Systematic review

Anticipated or actual start date

01 August 2019

Anticipated completion date

01 June 2020

Funding sources/sponsors

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001 from resources to Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brasil.

Conflicts of interest

Language

English, Portuguese-Brazil

Country

Brazil

Stage of review

Review Ongoing

Subject index terms status

Subject indexing assigned by CRD

Subject index terms

Cochlear Implantation; Evoked Potentials, Auditory, Brain Stem; Hearing Tests; Humans; Speech; Cochlear Implants

Date of registration in PROSPERO

19 February 2020

Date of first submission

16 September 2019

Details of any existing review of the same topic by the same authors

Stage of review at time of this submission

Stage	Started	Completed
Preliminary searches	Yes	No
Piloting of the study selection process	Yes	No
Formal screening of search results against eligibility criteria	No	No
Data extraction	No	No
Risk of bias (quality) assessment	No	No
Data analysis	No	No

The record owner confirms that the information they have supplied for this submission is accurate and complete and they understand that deliberate provision of inaccurate information or omission of data may be construed as scientific misconduct.

O proprietário do registro confirma que irá atualizar o status da revisão quando ela for concluída e irá adicionar detalhes da publicação no devido tempo.

Versões

19 de fevereiro de 2020

PROSPERO

Estas informações foram fornecidas pelo contato nomeado para esta revisão. O CRD aceitou essas informações de boa fé e registrou a revisão no PROSPERO. O registrante confirma que as informações fornecidas para esta apresentação são precisas e completas. O CRD não se responsabiliza pelo conteúdo deste registro de registro, quaisquer arquivos associados ou sites externos.