UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO
Departamento de Oftalmologia, Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço

JÚLIA SANTOS COSTA CHIOSSI

**A influência das respostas auditivas do estado estável nas
respostas auditivas ao implante coclear**

Ribeirão Preto

2017

JÚLIA SANTOS COSTA CHIOSSI

**A INFLUÊNCIA DAS RESPOSTAS AUDITIVAS DO ESTADO ESTÁVEL NAS
RESPOSTAS AUDITIVAS AO IMPLANTE COCLEAR**

Versão Corrigida

A versão original encontra-se disponível tanto na Biblioteca da Unidade que aloja o Programa, quanto na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP (BDTD)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Oftalmologia, Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Área de concentração: Mecanismos Fisiopatológicos nos Sistemas Visual e Áudio-Vestibular

Orientador: Prof. Dr. Miguel Angelo Hyppolito

Ribeirão Preto

2017

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Chiossi, Júlia Santos Costa

A influência das respostas auditivas do estado estável nas respostas auditivas ao implante coclear. Ribeirão Preto, 2017. 73p

Dissertação de mestrado, apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Mecanismos Fisiopatológicos nos Sistemas Visual e Áudio-Vestibular.

Versão corrigida.

Orientador: Hyppolito, Miguel Angelo.

1. Implante Coclear 2. Potenciais Evocados Auditivos 3. Perda auditiva 4. Percepção auditiva 5. Criança

Nome: CHIOSSI, Júlia Santos Costa

Título: A influência das respostas auditivas do estado estável nas respostas auditivas ao implante coclear

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Oftalmologia, Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Área de Concentração: Mecanismos Fisiopatológicos nos Sistemas Visual e Áudio-Vestibular

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Miguel Angelo Hyppolito, por toda a orientação durante este trabalho, apoio e incentivo.

À Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo (FMRP/USP) pela oportunidade de realização do mestrado e desenvolvimento da pesquisa.

Aos professores do departamento de Oftalmologia, Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço – FMRP/USP, pelas aulas e conhecimentos adquiridos no período do mestrado.

À equipe de implante coclear do Hospital das Clínicas FMRP/USP, cuja assistência diária tornou possível a aquisição destes dados.

Aos colaboradores da “Sala de Pesquisa” e do Serviço de Arquivo Médico (SAM) pela presteza e flexibilidade na disponibilização dos prontuários.

Aos meus pais, Thelma e Ricardo, e aos meus irmãos, Rodrigo e Heloisa, por acreditarem possível a finalização deste projeto.

Aos meus amigos, em especial à Carolina e ao Antonio, pelas reflexões teóricas e ensinamentos sobre a estatística deste projeto.

À toda equipe da Unidade de Reabilitação do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, pela compreensão das minhas ausências e apoio na assistência durante o período de desenvolvimento da pesquisa.

RESUMO

Chiossi JSC. **A influência das respostas auditivas do estado estável nas respostas auditivas ao implante coclear** [dissertação]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto; 2017. 73p.

Introdução: O potencial evocado auditivo de estado estável (PEAEE) é um exame eletrofisiológico que permite a testagem simultânea e binaural do limiar auditivo por frequência específica. Por seu caráter objetivo vem sendo recomendada sua inclusão na bateria de testes para diagnóstico de crianças com deficiência auditiva. A possibilidade de diagnóstico precoce da perda de audição em crianças é fundamental para a redução dos agravos decorrentes da privação sensorial e a tomada de decisão quanto à intervenção adequada, como o uso do implante coclear (IC). A determinação do sucesso do uso do IC é dependente de múltiplos cofatores, entre eles, sugere-se que a presença de audição residual prévia ao implante poderia possibilitar a preservação das vias auditivas e áreas auditivas corticais, proporcionando melhor desenvolvimento das habilidades auditivas e de produção oral da linguagem com o reestabelecimento da entrada sensorial. **Objetivo:** Verificar a relação entre o PEAEE pré-operatório e a resposta auditiva pós-implante de crianças submetidas ao IC. **Casística e Método:** Trata-se de um estudo observacional retrospectivo, desenvolvido a partir da análise de prontuários de pacientes do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, submetidos à cirurgia de IC. Foram incluídas 47 crianças menores de 6 anos à data de realização da cirurgia, diagnosticadas com perda auditiva neurosensorial pré-lingual de grau profundo. Foram coletadas informações audiológicas pré-implantação – PEAEE, PEATE, audiometria comportamental e demais aspectos de caracterização da perda auditiva; a categoria de percepção auditiva e de expressão oral da linguagem antes e após a implantação; além de informações socioeconômicas e da intervenção terapêutica. **Resultados:** O registro do PEAEE esteve presente em 34 (72,3%) crianças com limiar médio de $89,7 \pm 10,2$ dB NA na orelha implantada, consideradas as frequências de 0,5; 1; 2 e 4 kHz. A reavaliação foi conduzida em média $7,2 \pm 2,1$ meses após a cirurgia de IC, quando 23 (49%) sujeitos apresentaram avanço de uma categoria no desenvolvimento da percepção de fala e 4 (8,5%) alcançaram um desempenho dois níveis superior ao da avaliação anterior. O limiar obtido na audiometria em campo com o uso de IC teve média de $44,4 \pm 12,4$ dB NA, consideradas as frequências de 0,5; 1; 2 e 4 kHz. Quanto à expressão oral da linguagem, 13 (27,6%) crianças tiveram melhora em seu desempenho. Não houve correlação entre os resultados do PEAEE pré-implante e o limiar auditivo (p -valor=0,338) ou a categoria de linguagem (p -valor=0,358) com uso de IC quando controlado pela idade; nem em relação à melhora no desempenho de linguagem oral (p -valor= 0,095). **Conclusão:** Não houve correlação direta entre o limiar eletrofisiológico mensurado por meio do PEAEE e a resposta auditiva com uso de IC, quando analisados o limiar auditivo comportamental com IC ou a categoria de percepção de fala.

Palavras-chave: Potenciais evocados auditivos. Potencial Auditivo de Estado Estável. Implantes cocleares. Audiometria. Perda auditiva neurosensorial

ABSTRACT

Chiossi JSC. **Auditory steady-state response influence on cochlear implant auditory response** [thesis]. Ribeirão Preto: University of São Paulo, Ribeirão Preto Medical School; 2017. 73p.

Background: The Auditory Steady State Response (ASSR) is an electrophysiological exam that allows simultaneous and binaural frequency specific testing of hearing thresholds. Considering its objectivity, the test has been recommended for hearing loss diagnosis in young children. This possibility of early identification of hearing impairment is fundamental for minimizing handicaps caused by sensory deprivation and for planning proper intervention, for example, suggesting the use of cochlear implants (CI). The determination of the success of CI prognosis depends on several cofactors. Researchers suggest that residual hearing and hearing thresholds before CI surgery could allow auditory pathways preservation and enable the development of hearing abilities, as well as speech production skills, after the reestablishment of sensory input. **Objective:** To verify the relation between pre-operative ASSR and post-CI auditory response in young children. **Casuistic and Method:** An observational retrospective study was conducted. Medical records were assessed in 47 children, younger than six years old at the CI surgery, diagnosed with sensorineural pre-linguistic hearing loss of profound degree. Information was collected about (a) audiological data – ASSR, ABR, behavioral audiometry, and other hearing loss aspects; (b) category of speech perception and oral language production before and after CI; (c) socioeconomics data and therapy attendance. **Results:** ASSR record was present in 34 (72.4%) children with mean threshold of 89.7 (10.2 SD) dB HL in the implanted ear, considering the frequencies of 0.5; 1; 2 and 4 kHz. Post-implant evaluation was conducted after a mean of 7.2 (2.1 SD) months of surgery. Then, 23 (49%) subjects enhanced one category of speech perception and four (8.5%) improved two categories, compared to previous evaluation. Field auditory threshold with CI was measure at 44.4 (12.4 SD) dB HL in mean, considering the frequencies of 0.5; 1; 2 and 4 kHz. Analyzing language expression development, 13 (27.6%) children improved their performance. To the age at CI surgery there was no correlation between ASSR thresholds and CI thresholds ($p\text{-value}=0.338$) or speech perception category ($p\text{-value}=0.358$) after CI. No correlation has been found between ASSR and expressive language development ($p\text{-value}=0.095$). **Conclusion:** There was no direct correlation between electrophysiological thresholds measured by ASSR and hearing response after CI, when analyzed behavioral CI threshold or speech perception.

Keywords: Auditory evoked potentials. Steady State Auditory Potential. Cochlear implants. Audiometry. Hearing Loss, sensorineural.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Conversão geral de dB NPS para dB NA, segundo a configuração do equipamento Smart EP 3.86USBez, Intelligent Hearing Systems - Miami-Flórida (E.U.A.).....	37
Quadro 2 - Categorias de Percepção de Fala (Geers, 1994).....	38
Quadro 3 - Categorias de linguagem oral (Bevilacqua, Delgado e Moret, 1996)	39

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Número de sujeitos (e porcentagem) segundo idade, em anos, na data da cirurgia de implante coclear.....	42
Gráfico 2 - Distribuição dos sujeitos segundo a etiologia provável da perda auditiva	43
Gráfico 3 - Distribuição dos sujeitos segundo o limiar médio, em dB NA, obtido na pesquisa do PEAAE, analisadas as frequências de 0,5; 1; 2 e 4 kHz quando presentes (na ausência, o valor não foi utilizado para cálculo) ..	44
Gráfico 4 - Método utilizado para a obtenção ao limiar auditivo na audiometria pré-implante.	44
Gráfico 5 - Distribuição dos sujeitos conforme o número de meses decorridos entre a cirurgia de implante coclear e a reavaliação audiológica e de linguagem oral.....	45
Gráfico 6 - Limiar auditivo obtido em campo livre com uso do implante coclear, em dB NA, considerada a média das frequências de 0,5; 1; 2 e 4 kHz.	45
Gráfico 7 - Distribuição dos sujeitos segundo a categoria de percepção de fala atribuída antes e após o uso do implante coclear (IC), na classificação de Geers, 1994.....	45
Gráfico 8 - Distribuição dos sujeitos segundo a categoria de linguagem atribuída antes e após o uso do implante coclear (IC), na classificação de Bevilacqua, Delgado e Moret, 1996.	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Limiar médio de resposta ao PEAE nos sujeitos com resposta presente segundo a frequência avaliada.....	41
Tabela 2 - Resultados obtidos nos testes PEATE com estímulo <i>click</i> , ATL/ARV e audiometria em campo com uso de AASI.....	43
Tabela 3 - Correlação entre a presença de registro e o limiar médio do PEAE na orelha implantada, e os resultados audiológicos pós implante quanto ao limiar auditivo com uso de IC e a melhora na categoria de percepção de fala.	46
Tabela 4 - Análise da significância da diferença na distribuição dos sujeitos segundo a presença ou ausência de registro do PEAE e demais variáveis categóricas	47
Tabela 5 - Correlação entre a presença de registro e o limiar médio do PEAE na orelha implantada, o limiar auditivo com uso de IC e a melhora na categoria de percepção de fala, segundo idade.....	48
Tabela 6 - Impacto das variáveis sociais e biológicas na resposta auditiva com IC..	49
Tabela 7 - Análise de regressão múltipla para predição do limiar auditivo com implante coclear e da melhora na categoria de percepção de fala, considerando a avaliação audiológica pré-implante e a idade de implantação.....	50
Tabela 8 - Impacto das variáveis sociais e biológicas na melhora da categoria de linguagem oral após o IC.....	51
Tabela 9 - Análise das diferenças da média dos limiares obtidos no PEAE e na audiometria comportamental - ATL/ARV em valor absoluto.	52
Tabela 10 - Análise de Correlação por frequência entre os limiares obtidos no PEAE e na audiometria comportamental - ATL/ARV	52
Tabela 11 - Caracterização dos cinco sujeitos que apresentaram presença de PEATE quanto aos demais dados audiológicos.....	53

Tabela 12 - Caracterização dos quatro sujeitos implantados até os 2 anos de idade
.....54

LISTA DE SIGLAS

AASI	Aparelho de Amplificação Sonora Individual
ANOVA	Análise de variância
ARV	Audiometria com Reforço Visual
ATL	Audiometria Tonal Liminar
CELF	Avaliação Clínicas dos Fundamentos de Linguagem
dB NA	decibel nível de audição
EOA	Emissões Otoacústicas
EOW-PVT	Vocabulário Expressivo de uma Figura
HC-FMRP	Hospital de Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
IC	Implante Coclear
IT-MAIS	Escala de Integração Auditiva Significativa para crianças pequenas
PEAEE	Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável
PEALL	Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência
PEATE	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico
PEATE- <i>click</i>	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico com estímulo <i>click</i>
PPVT	Teste de vocabulário por figuras Peabody
SAM	Serviço de Arquivo Médico
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS.....	20
2.1 OBJETIVO GERAL.....	21
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
3 REVISÃO DE LITERATURA	22
3.1 A AUDIÇÃO RESIDUAL E O IMPLANTE COCLEAR	22
3.2 AVALIAÇÃO AUDIOLÓGICA PRÉ-IMPLANTE E O DESENVOLVIMENTO DA LINGUAGEM ORAL	25
3.3 O USO DO POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE ESTADO ESTÁVEL (PEAEE) NA POPULAÇÃO PEDIÁTRICA.....	28
4 CASUÍSTICA E MÉTODOS	35
4. 1 PARTICIPANTES	35
4.2 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS.....	36
4. 3 ANÁLISE DE DADOS.....	39
5 RESULTADOS.....	42
5.1 DESCRIÇÃO DA POPULAÇÃO E DAS VARIÁVEIS.....	42
5.2 IMPACTO DO PEAEE NA RESPOSTA AUDITIVA COM IMPLANTE COCLEAR	46
5.3 A AVALIAÇÃO PRÉ-IMPLANTE NA PREDIÇÃO DA RESPOSTA AUDITIVA COM IMPLANTE COCLEAR	48
5.4 IMPACTO DO PEAEE NO DESEMPENHO DE LINGUAGEM COM IMPLANTE COCLEAR	50
5.5 ANÁLISES COMPLEMENTARES	52
5.5.1 Comparação entre o limiar eletrofisiológico mensurado pelo PEAEE e o limiar comportamental.....	52
5.5.2 Análise isolada dos cinco sujeitos com presença de resposta ao PEATE	53

5.5.3 Análise isolada dos quatro sujeitos implantados até os 2 anos de idade.....	54
6 DISCUSSÃO	55
6.1 A POPULAÇÃO DE ESTUDO	55
6.2 O PEAE E A AVALIAÇÃO PRÉ-IMPLANTE COMO PREDITORES DA RESPOSTA AUDITIVA COM IMPLANTE COCLEAR	58
6.2.1 Comparação entre o limiar fisiológico mensurado pelo PEAE e a audiometria tonal	60
6.3 O PEAE NA PREDIÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE LINGUAGEM COM IMPLANTE COCLEAR.....	61
6.4 ANÁLISE DOS SUJEITOS COM PRESENÇA DE RESPOSTA AO PEATE ...	63
6.5 ANÁLISE DOS SUJEITOS MENORES DE 2 ANOS	64
6.6 LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	65
7 CONCLUSÕES	67
REFERÊNCIAS.....	68

1 INTRODUÇÃO

A audição é a via primordial para o desenvolvimento da linguagem oral. A capacidade de detectar e discriminar sons verbais e não-verbais nos primeiros anos de vida promoverá a maturação das áreas auditivas corticais e assim determinará a formação de sinapses que proporcionarão o desenvolvimento da compreensão e expressão oral da linguagem para o estabelecimento da comunicação humana (Northern; Downs, 2002; Sharma; Nash; Dorman, 2009).

A deficiência auditiva na criança a priva da percepção plena dos sons, inclusive sons de fala, diminuindo sua capacidade de perceber e produzir uma fala inteligível (Sininger; Grimes; Christensen, 2010). As oportunidades limitadas de ouvir acarretam a redução de experiências significativas em contextos de aprendizagem e podem ser determinantes para o adequado desenvolvimento sócio cognitivo. Desta forma, o diagnóstico precoce da perda auditiva é fundamental para a redução dos agravos decorrentes da privação sensorial e refletirá na adequada tomada de decisão quanto à intervenção necessária para se reestabelecer a via auditiva ou para o remanejamento de vias auditivas envolvidas na plasticidade do sistema nervoso central.

Diversos métodos diagnósticos foram desenvolvidos ao longo dos anos a fim de precocemente identificar e quantificar o grau da perda auditiva em crianças pequenas. A audiometria tonal liminar (ATL), padrão ouro no diagnóstico auditivo de adultos, apresenta limitações em crianças pequenas. Nestes casos, a avaliação instrumental ou a audiometria com reforço visual (ARV) podem auxiliar no diagnóstico. De forma complementar, e para aquelas incapazes de responder ao exame comportamental, é preconizada a avaliação por meio das emissões otoacústicas (EOA) e exames eletroacústicos e eletrofisiológicos, como o potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE) com estímulo *click* e/ou *tone-burst* e o potencial evocado auditivo de estado estável (PEAEE) (Smith; Bale Jr; White, 2005).

O potencial evocado auditivo representa a variação fisiológica no potencial elétrico encefálico produzida em resposta a um estímulo auditivo, como tons puros,

modulados, ou sinais de fala (Korczac et al., 2012). O PEATE é o teste de potencial evocado de primeira escolha na população pediátrica por ser amplamente estudado e ter boa correlação com os testes comportamentais (Stueve; O'Rourke, 2003; Vlastarakos et al., 2010). Recentemente, o PEAAE vem sendo apresentado como um teste complementar ao PEATE, similar quanto à acurácia na predição dos limiares auditivos com a vantagem de um menor tempo de aplicação na avaliação por frequência específica e a possibilidade de testagem em intensidades acima dos 100 dB NA (Van Maanen; Stapells, 2010; Kandongan; Dalgic, 2013).

O PEAAE como teste de diagnóstico audiológico foi descrito pela primeira vez em 1981 por Galambos et al. na avaliação de adultos com audição normal. Trata-se de uma resposta estável em fase e amplitude produzida no encéfalo diante de estímulos auditivos periódicos, permitindo a testagem simultânea e binaural de diferentes frequências, sendo as mais utilizadas 0,5; 1; 2 e 4 kHz. A resposta neural – quando os estímulos são apresentados a uma taxa superior a 60 Hz – parece corresponder à resposta gerada nas estruturas do complexo olivar superior, colículo inferior e núcleo coclear (Picton et al., 2009; Korczac et al., 2012).

Por representar a resposta neural, o PEAAE é dependente da maturação adequada das vias auditivas. Estudos indicam que o limiar auditivo em bebês ouvintes mensurado pelo PEAAE ainda não está maduro às seis semanas de vida, e mesmo às 36 semanas apresenta-se elevado nas frequências de 0,5 e 4 kHz (Rance; Tomlin, 2006; Ribeiro, 2008). Em crianças até um ano de idade, estima-se que as respostas auditivas sejam obtidas 10 a 20 dB acima do limiar de sujeitos adultos, com redução progressiva no limiar a partir desta idade, principalmente nas frequências mais altas (Picton et al., 2009).

O uso do PEAAE em conjunto com as demais avaliações audiológicas torna possível definir e especificar a capacidade auditiva da criança com deficiência auditiva quanto ao tipo, grau e configuração da perda, e quantificar a audição residual, fundamentando a tomada de decisão pelo tipo de dispositivo auditivo eletrônico aplicado à surdez ou opção por outra intervenção.

O implante coclear (IC) é um dispositivo auditivo eletrônico desenvolvido nos anos 70, a fim de substituir parcialmente a função das células sensoriais da cóclea, que se torna

cada vez mais difundido com o desenvolvimento tecnológico de microfones, processadores, *hardwares* e *softwares*. Caracteriza-se por uma prótese inserida cirurgicamente nas cócleas e que fornece impulsos elétricos para estimulação direta dos nervos auditivos. Constitui-se externamente pelo processador de fala, microfone e a antena transmissora, e internamente pelo receptor e um estimulador com feixe de eletrodos (Northern; Downs, 2002; Boscolo et al, 2005; Wolfe; Schafer, 2010). O objetivo do IC é a estimulação das vias neurais auditivas, periféricas e centrais, respeitando a tonotopia da cóclea, promovendo seu desenvolvimento e preservação. É indicado principalmente para indivíduos com perda auditiva severa ou profunda que não tenham benefício funcional com o uso de aparelhos de amplificação sonora individual (AASI) (Carlson et al, 2014; Bushman; Adunka, 2017).

A realização do IC antes dos três anos de idade permite o desenvolvimento da audição e linguagem semelhante ao que ocorre em crianças ouvintes. Estudos tem demonstrado que apesar do atraso na aquisição da linguagem oral ocasionado pela privação auditiva, o IC precoce possibilita que até o final dos anos pré-escolares as crianças tenham desempenho similar àquelas sem deficiência auditiva, seguindo uma sequência equivalente de marcos do desenvolvimento auditivo e de linguagem oral (Nicholas; Geers, 2007; Gupta, 2012).

Em crianças ouvintes com desenvolvimento esperado, a orelha interna está completa por volta da 20ª semana gestacional, e a partir da 25ª semana há indícios consistentes de que o bebê já é capaz de perceber a entonação e ritmo de fala. Ao nascimento, o lactente consegue discriminar a voz da mãe e antes dos quatro meses inicia a discriminação dos padrões fonéticos de sonoridade e de aspectos suprasegmentares de forma similar aos adultos. Aos 12 meses a criança já é capaz de identificar a fonte sonora, tendo limiar auditivo e de reconhecimento de fala próximo ao de adultos. Nessa idade, a percepção de fala se desenvolveu de forma a priorizar a discriminação de padrões fonéticos da língua materna (Northern; Downs, 2002; Moore; Linthicum, 2007; Houston, 2017).

A perda de audição antes do nascimento e nos primeiros anos de vida impactará diretamente nestes marcos do desenvolvimento auditivo. Crianças com perda severa e profunda são incapazes de ouvir o som de fala sem amplificação em condições de conversação cotidiana. Em alguns casos, o uso da amplificação possibilita a

discriminação de vogais e algumas consoantes, com menor ganho na percepção de consoantes agudas e de aspectos suprasegmentares da fala, de forma que mesmo com intervenção terapêutica específica essas crianças tem desenvolvimento de percepção de fala aquém ao esperado para a idade (Northern; Downs, 2002; Lew et al, 2014).

Em crianças implantadas estima-se que o limiar de detecção de fala atinja os padrões de normalidade em média seis meses após a ativação do IC. A obtenção de limiares no audiograma (0,25; 0,5; 1; 2 e 4 kHz) é possível após cerca de 10 meses de uso do dispositivo, para aquelas implantadas até os seis anos de idade. A identificação de palavras com contrastes vocálicos ocorre em média após 12 meses e a identificação de padrões dependentes de consoantes como os sons do Ling, palavras curtas e estruturas do tipo vogal-consoante-vogal, é atingido em média após 18, 20 e 39 meses de uso do IC, respectivamente (Pulsifer; Salorio; Niparko, 2003; Geal-Dor et al., 2013).

Estudos utilizando questionários acessados pelos pais de crianças implantadas, sugerem um rápido avanço na habilidade de percepção de fala nos primeiros dois anos após a implantação. O uso da escala *Infant-Toddler Meaningful Integration Scale* (IT-MAIS), apontou índices por volta de 30% após três meses de uso do IC, 50% após seis meses, e em torno de 70% após 10-12 meses de ativação do dispositivo (Pianesi et al., 2016; Silva et al., 2017). Outros autores demonstram que após 24 meses a percepção de fala atinge níveis similares ao de ouvintes, na maior parte das crianças implantadas até os três anos de idade (Schramm; Bonhert; Keilmann, 2010; Kosaner et al., 2013a).

A privação sensorial prolongada, no entanto, causa alterações nas representações corticais e no processamento auditivo irreversíveis a longo prazo. A existência de um período de maior sensibilidade até por volta dos 3,5 anos, se estendendo até no máximo os 6 anos a depender do estudo realizado, após o qual a área auditiva cortical privada do estímulo sensorial específico seria recrutada para o processamento de outras tarefas sensoriais, evidencia a importância do IC precoce para reestabelecimento da entrada auditiva e retomada do desenvolvimento auditivo e de linguagem oral (Kral et al., 2001; Egermont; Ponton, 2003; Sharma; Nash; Dorman, 2009).

O uso de exames eletrofisiológicos corticais como biomarcadores do desenvolvimento auditivo tem demonstrado que o uso do IC promove desenvolvimento das vias auditivas corticais de forma mensurável e efetiva, já nos primeiros nove meses após o uso do IC. Em crianças implantadas precocemente as medidas de resposta elétrica do córtex auditivo atingem níveis similares ao de crianças ouvintes após alguns anos de uso do dispositivo, sugerindo o reestabelecimento não apenas da entrada auditiva mas das vias auditivas centrais a partir do estímulo sensorial (Gilley; Sharma; Dorman, 2008; Silva et al., 2017).

É importante evidenciar também que a privação auditiva tem impacto não apenas na recepção do sinal sonoro, mas no desenvolvimento de outros aspectos cognitivos (Chen et al., 2016). A linguagem oral, que é a forma mais amplamente difundida para a comunicação utilizada no cotidiano, tem seu desenvolvimento alterado em consequência da perda de audição.

Na criança ouvinte, o desenvolvimento da linguagem oral expressiva inicia-se por elementos pré-linguísticos, inicialmente de forma reflexa pelo choro, gritos, vocalizações inespecíficas e balbucios, que frequentemente são reforçados ou dotados de significado pelos interlocutores em diferentes contextos comunicativos. Por volta dos 12 meses se inicia a produção das primeiras palavras e de palavras-frase com função instrumental e interacional. Aos dois anos a criança já é capaz de produzir frases de duas ou três palavras e utiliza a linguagem com função simbólica e representativa. Ao redor dos três anos inicia-se o uso de frases interrogativas e aos cinco anos a criança já é capaz de produzir frases longas, dotadas de elementos conectivos, e tem vocabulário de aproximadamente 2.000 palavras (Célia, 2001).

Na criança com deficiência auditiva, o desenvolvimento da linguagem auditivo-oral está prejudicado pela redução das situações e aprendizagem incidental e perda de informações acústicas do ambiente devido a situações de sinal-ruído desfavoráveis, percepção reduzida de sons suaves como marcas de plural e padrões de tonicidade, monossílabos átonos, entre outros (Northern; Downs, 2002). Nas perdas auditivas severas e profundas, a impossibilidade de receber adequadamente o sinal de fala, em especial sem apoio da leitura labial, se reflete em uma produção oral reduzida e de baixa inteligibilidade. Alguns autores relatam que crianças com deficiência auditiva tem balbucio tardio, por volta dos 18 meses, com menor complexidade fonética que

seus pares ouvintes, e vocabulário expressivo reduzido aos 24 meses (Moeller et al., 2007a; Moeller et al., 2007b; Lederberg; Schick; Spencer, 2013).

O uso do IC, ao retomar a possibilidade de recepção dos sinais sonoros da linguagem oral pela percepção do sinal de fala, proporciona o desenvolvimento em marcos sequenciais próximos ao de crianças ouvintes. Embora os estudos avaliando a expressão oral da linguagem na criança implantada tenham grande variabilidade em determinar o momento de aparecimento de cada comportamento, estima-se que após 3 meses de uso do IC as crianças apresentem balbúcio similar ao de crianças ouvintes, em frequência e complexidade fonológica, iniciando a produção de sílabas canônicas aos 6 meses de ativação do dispositivo, juntamente à produção das primeiras palavras. Um conjunto léxico de cerca de 100 palavras e a produção de sílabas de maior complexidade surgem por volta dos 9-12 meses de implantação (Ertmen; Young; Nathani, 2007; Ertmen; Young, 2012; Kosaner et al., 2013b).

O contraste entre o desenvolvimento da linguagem expressiva de crianças usuárias de IC e seus pares ouvintes com a mesma idade cronológica se evidencia por alguns anos após a implantação. Estudos sugerem ser necessário 24 meses de experiência com o IC para crianças com perda auditiva pré-lingual atingirem níveis similares de vocabulário ao de crianças de 2 anos de idade, nesse momento, porém, o vocabulário estará abaixo do esperado para a idade cronológica da criança, considerando-se a idade da implantação (Niparko et al., 2010; Kosaner et al., 2013b). Estudos indicam que crianças implantadas precocemente atingem níveis de vocabulário expressivo esperados para a idade após os 4,5 anos (Fortunato-Queiroz, 2007; Nicholas; Geers, 2007) e as medidas de longitude média frasal se tornam similares ao de seus pares ouvintes aos 7 anos de idade (Faes; Gills; Gills, 2015).

O desenvolvimento da linguagem expressiva, bem como da percepção e compreensão de fala, é uma variável complexa que depende de fatores biológicos e ambientais como a etiologia da perda auditiva, grau de audição residual pré-implante, status socioeconômico, escolaridade dos responsáveis, estimulação auditiva e de linguagem pós-implantação, entre outros aspectos (Geers; Nicholas; Moog, 2007; Gupta, 2012; Lederberg; Schick; Spencer, 2013; Swami et al., 2013; Chen et al., 2015).

A audição residual e o grau da deficiência auditiva pré-implante estão entre os principais fatores estudados no desenvolvimento auditivo e de linguagem na criança implantada. A percepção sonora para alguns sons, antes da implantação, pode possibilitar a preservação das vias auditivas e áreas auditivas corticais proporcionando algum desenvolvimento das habilidades auditivas e de produção oral da linguagem (Gordon et al., 2001; Nicholas; Geers, 2006; Sharma; Nash; Dorman, 2009).

Depreende-se, portanto, que a mensuração acurada e precoce do limiar auditivo e a definição da audição residual, fornece dados necessário para a determinação do prognóstico das respostas auditiva e de linguagem da criança implantada. Para tanto, a incorporação do PEAAE à prática clínica permitiria a mensuração objetiva da configuração e do grau da deficiência auditiva a partir de 90 dB em crianças pequenas, agregando informações importantes à avaliação dos candidatos ao implante coclear.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a relação entre o PEAAE pré-operatório e a resposta auditiva e de linguagem expressiva pós-implante de crianças submetidas ao implante coclear.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Correlacionar o registro e limiar do PEAAE pré-implante ao limiar auditivo com uso de implante coclear;
- Correlacionar o registro e limiar do PEAAE pré-implante ao desenvolvimento da percepção de fala após o uso do implante coclear;
- Correlacionar o registro e limiar do PEAAE pré-implante às manifestações de linguagem oral com uso do implante coclear;
- Analisar o impacto de variáveis sociais e biológicas na resposta auditiva com o implante coclear;
- Analisar o impacto de variáveis sociais e biológicas na manifestação da linguagem oral com uso do implante coclear
- Analisar a influência do PEAAE pré-implante em um modelo para determinação da resposta auditiva com o implante coclear;

3 REVISÃO DE LITERATURA

Os dados obtidos na avaliação audiológica pré-implante, quanto à presença de audição residual, vem sendo apontados como indicativos do prognóstico de crianças submetidas ao IC. No entanto, a mensuração audiológica comportamental nesta população é muitas vezes difícil e pouco precisa. Por esta razão, diferentes técnicas objetivas são utilizadas para a avaliação da audição residual em crianças pequenas, entre elas o PEAAE.

Nesta revisão de literatura apresenta-se primeiramente a produção bibliográfica relacionada à implicação da audição residual, determinada pela avaliação audiológica pré-implante, no desempenho auditivo pós-implante. Na sequência, resume-se as publicações que correlacionam o resultado da avaliação audiológica pré-implante ao desempenho de linguagem oral de crianças implantadas. Por fim, procurou-se identificar por ordem cronológica a atual utilização e eficácia do PEAAE enquanto exame diagnóstico da perda auditiva, ressaltando-se seu uso em crianças e candidatos ao IC, população foco desta dissertação.

3.1 A AUDIÇÃO RESIDUAL E O IMPLANTE COCLEAR

Cowan et al. (1997) realizaram um estudo retrospectivo com 117 crianças submetidas à cirurgia de implante coclear, classificadas quanto à audição residual pré-implante com o uso de AASI em: sem resposta, audição residual até 0,5 kHz, audição residual até 1 kHz e audição residual até 2 kHz. Todas as crianças passaram por avaliação de percepção de fala compatível com a sua idade. A comparação entre o desempenho dos grupos sugeriu que crianças com audição residual pré-implante em frequências acima de 1 kHz tem maior probabilidade de atingir benefício na percepção de fala com o uso do IC.

Zwolan et al. (1997) compararam a percepção auditiva de 24 crianças com deficiência auditiva pré-lingual, divididas em dois grupos: com ou sem algum grau de

reconhecimento de palavras em contexto aberto. Todas as crianças receberam o IC tardiamente, em média aos 8,6 anos de idade, e foram avaliadas seis e 12 meses após a ativação do dispositivo. Os autores observaram que aqueles sujeitos com algum grau de reconhecimento de fala prévio à implantação obtiveram melhor desempenho de percepção de fala no reconhecimento de lista de palavras após o IC, nos dois momentos avaliados.

Dowell, Blamey e Clark (1997) concluíram que a audição residual pré-implante é um fator relacionado à habilidade de reconhecimento de sentenças com uso do IC ($p < 0,05$) ao avaliar 52 crianças, das quais 46 (88,5%) tiveram perda auditiva pré-lingual, todas com pelo menos 12 meses de experiência com o dispositivo. Os autores acreditam que a audição residual prévia à implantação aumenta as chances de desenvolvimento de habilidades auditivas, contribuindo para o aprendizado auditivo após a cirurgia.

Gordon et al. (2001) desenvolveram um estudo a fim de determinar como o grau de audição residual pré-implante influencia o desenvolvimento das habilidades de percepção auditiva em crianças usuárias de IC. Para isso, compararam crianças com e sem audição residual, considerando a média dos limiares audiométricos quando $<$ ou > 95 dB NA para diferenciação dos grupos. Do total de 133 sujeitos, 83% teve diagnóstico de deficiência auditiva congênita e os demais, perda pré-lingual. Os autores observaram melhores resultados da percepção auditiva no grupo com audição residual, seis e 12 meses após a implantação. No entanto, a velocidade de desenvolvimento de linguagem foi similar entre os grupos, sugerindo que os melhores resultados apresentados pelo grupo com audição residual são decorrentes de habilidades de percepção auditiva prévias ao implante.

Blamey et al. (2001) avaliaram 47 crianças usuárias de IC, todas com deficiência auditiva adquirida antes dos 3,3 anos, a fim de determinar a influência da idade e do grau da perda auditiva no prognóstico de percepção de fala. Os autores observaram que os limiares obtidos na audiometria tonal liminar são capazes de predizer de forma independente mais de 10% da variância do desempenho no reconhecimento de frases em contexto aberto.

Com o objetivo de determinar a porcentagem de resíduo auditivo necessária para definição do prognóstico de percepção de fala em crianças implantadas, El-Hakin et al. (2002) avaliaram 69 crianças com perda auditiva pré-lingual implantadas em média aos 6,3 anos com diferentes graus de audição residual. Os autores não observaram diferença no desempenho de crianças com pouca ou muita audição residual (limiares médios entre 97 e 120 dB NA), embora haja indícios de uma melhor performance entre os sujeitos que apresentam qualquer resíduo auditivo, mesmo em pequenas quantidades.

Sharma e Dorman (2006) estudaram 15 crianças com perda auditiva adquirida em média aos 1,7 anos devido a meningite, implantadas entre os dois e 14 anos de idade. Utilizando a latência de P1 do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (PEALL) como biomarcador da maturação central do sistema auditivo, os autores observaram que entre os sujeitos implantados antes dos seis anos de idade, 70% teve latências de P1 dentro dos parâmetros de normalidade, contra 0% daqueles implantados após os seis anos. Segundo os pesquisadores, este dado sugere que a qualidade da experiência auditiva antes da realização do IC pode alterar o desenvolvimento auditivo central, e embora não seja suficiente para manter as vias centrais íntegras, auxilia na preservação da plasticidade das vias auditivas centrais até idades mais avançadas.

Gupta (2012) buscou desenvolver um modelo preditivo do prognóstico audiológico de crianças com deficiência auditiva pré-lingual, implantadas antes dos cinco anos de idade. O autor estudou 30 crianças, com idade média de 2,9 anos, considerando como audição residual limiares inferiores a 90 dB NA na audiometria tonal liminar. Concluiu que a audição residual influenciou a habilidade de percepção de fala nas avaliações após três, seis e 12 meses de uso do implante, e apontou que, juntamente com a idade na implantação e duração da privação auditiva, a audição residual é capaz de prever o prognóstico e desempenho em percepção de fala com o implante.

3.2 AVALIAÇÃO AUDIOLÓGICA PRÉ-IMPLANTE E O DESENVOLVIMENTO DA LINGUAGEM ORAL

Loundon et al. (2000) avaliaram a linguagem receptiva e expressiva de quatro crianças diagnosticadas com deficiência auditiva congênita e com audição residual presente até 1kHz, implantadas entre 2,1 e 4,5 anos. Foram analisados: inteligibilidade de fala, vocabulário expressivo, compreensão de conceitos, e compreensão e organização sintática. Segundo os autores, todos os sujeitos obtiveram resultados bons ou ótimos na avaliação de linguagem com o IC. Quando comparadas a outras 36 crianças sem resíduo auditivo pré-implante, os sujeitos da pesquisa apresentaram melhores resultados na produção de fala.

Szagun (2001) realizou um estudo longitudinal do desenvolvimento de linguagem oral de 22 crianças alemãs usuárias de IC que realizaram a cirurgia entre os 1,2 e 3,8 anos de idade (média: 2,4 anos) e que receberam terapia de linguagem cinco vezes por semana durante os dois primeiros anos após o implante. A autora mensurou a longitude média frasal como marcador da linguagem expressiva da criança. Como resultado, dez das crianças com deficiência auditiva obtiveram progresso rápido já nos estágios iniciais de uso do implante, contra 12 com progresso mais lento. Segundo a autora, a audição residual pré-implante (nas frequências de 0,5 e 1 kHz) foi um melhor preditor do desenvolvimento de linguagem subsequente do que a idade de realização do implante, correspondendo a 53% da variabilidade na taxa de crescimento da longitude média frasal.

Em contrapartida, Blamey et al. (2001) observaram apenas uma fraca correlação entre a taxa de desenvolvimento da linguagem oral e os limiares auditivos mensurados pré-implantação. Os autores estudaram 47 crianças implantadas, com perda auditiva adquirida antes dos 5 anos de idade, que iniciaram o uso do dispositivo entre 1,2 e 8,2 anos. Foram avaliados o vocabulário receptivo por meio do teste de vocabulário por figuras *Peabody* (PPVT), a longitude média frasal em fala espontânea, a inteligibilidade de fala, e outros aspectos da linguagem oral por meio da Avaliação Clínica dos Fundamentos de Linguagem (CELF). Neste estudo a taxa de desenvolvimento de linguagem foi de 0,56, e de 0,63 para o vocabulário receptivo no

grupo de crianças implantadas, indicando uma aquisição de linguagem cerca de um terço inferior ao esperado para crianças ouvintes.

El-Hakin et al. (2001) conduziram um estudo prospectivo com tempo de *follow-up* médio de 3,5 anos, no qual foi avaliado o vocabulário receptivo e expressivo de 37 crianças com deficiência auditiva pré-lingual implantadas antes dos 5 anos de idade, utilizando os testes PPVT e o Teste de Vocabulário Expressivo de uma Figura (EOW-PVT). O estudo apontou uma taxa de crescimento de 0,72 e 0,83 dos vocabulários receptivo e expressivo, respectivamente, em relação ao esperado pelos dados normativos de cada teste. Quando comparados a um grupo de crianças implantadas após os cinco anos de idade, os autores destacam que o nível de audição residual pré-implante atua como cofator no desenvolvimento do vocabulário expressivo.

Nicholas e Geers (2006) examinaram a influência independente e combinada de diversos fatores intrínsecos e extrínsecos na determinação do prognóstico da linguagem expressiva oral de 76 crianças implantadas até os 3 anos de idade. Os autores avaliaram dados de fala espontânea, como o total de palavras e a longitude média frasal, associados à avaliação realizada por pais e professores. A análise de regressão múltipla revelou que o limiar auditivo pré-implante com uso de AASI e a idade de realização do implante corresponderam a 58% da variância no escore da avaliação de linguagem expressiva pós-implante, dessa forma, crianças com piores limiares auditivos pré-implante apresentaram linguagem oral mais pobre aos 3,5 anos.

Adicionalmente, em um estudo posterior, Geers, Nicholas e Moog (2007) apresentaram os resultados desse mesmo grupo de crianças quanto ao vocabulário receptivo avaliado utilizando o teste PPVT. Os autores concluíram que o limiar auditivo com o uso de AASI pré-cirurgia do IC pode predizer em 40% o prognóstico de linguagem receptiva após o implante, e amplifica em 16% o efeito da idade de implantação como fator determinante no prognóstico do IC. Dessa forma, sugerem que a audição residual pode refletir um sistema auditivo mais integro, disponível para a estimulação elétrica proporcionada pelo implante, não descartando, porém, o efeito de fatores extrínsecos como o envolvimento familiar e o modo de comunicação.

Os mesmos autores, em Nicholas e Geers (2007), compararam o desempenho de linguagem oral desse grupo de crianças ao de crianças ouvintes da mesma faixa

etária. Os autores observaram que crianças implantadas até os 2 anos obtiveram escores de linguagem receptiva similar ao de crianças sem perda auditiva ao atingirem 4,5 anos, porém as crianças implantadas após essa idade não foram capazes de se igualar a seus pares ouvintes quanto ao vocabulário receptivo. Em ambos os grupos, o limiar auditivo pré-implante se refletiu em escores mais altos de linguagem oral.

Gérard et al. (2010) apontaram a audição residual pré-implante como um dos fatores determinantes no desenvolvimento de habilidades comunicativas de crianças implantadas, juntamente com o status socioeconômico, a idade, a etiologia da perda auditiva e deficiências associadas. Os autores conduziram um estudo longitudinal com 89 crianças com perda auditiva profunda pré-lingual, das quais 66,3% foram implantadas antes dos 3 anos e idade, 36% delas com audição residual. Todas foram avaliadas por meio de uma escala de comunicação verbal, denominada APCEI, a cada seis meses. Os resultados apontaram correlação positiva entre o nível de audição avaliado pré-cirurgia e o desenvolvimento comunicativo aos 6, 24 e 36 meses após a realização do implante. Na última avaliação, os grupos com e sem audição residual obtiveram resultados semelhantes nos testes. Segundo os autores, o melhor desempenho de comunicação mensurado nos anos iniciais se justifica, pois as crianças com audição residual receberam estimulação auditiva prévia ao implante e possivelmente haviam desenvolvido linguagem oral. Considerado isso, os autores observam que para os sujeitos com resíduo auditivo, definido pelo limiar presente em 0,5 kHz na audiometria, a idade de implantação não influenciou o desenvolvimento comunicativo, mesmo quando a cirurgia ocorreu após o 4 anos de idade.

Niparko et al. (2010) conduziram um estudo multicêntrico no qual acompanharam o desenvolvimento de linguagem oral de 188 crianças implantadas antes dos 5 anos de idade (média 2,2 anos), sendo 56% destas com perda auditiva congênita. Os autores buscaram apontar fatores associados ao desempenho de linguagem com o uso do dispositivo, utilizando o teste de escalas de desenvolvimento linguístico de *Reynell*. Os autores concluíram que, considerada a idade na implantação, um menor limiar auditivo pré-implante esteve relacionado a maior velocidade de aquisição da linguagem expressiva e receptiva.

An, Kim e Chung (2012) analisaram a qualidade vocal e a inteligibilidade de fala de 12 crianças com deficiência auditiva pré-lingual, implantadas entre 3,4 e 9 anos, divididas

em dois grupos: com e sem audição residual. A avaliação vocal foi conduzida 12 meses após a cirurgia, e observou-se que a avaliação residual pré-implante não esteve relacionada à qualidade vocal, mas sim à inteligibilidade de fala antes e após a implantação. Os autores acreditam que a existência de audição residual pode fornecer pistas auditivas para monitoramento da produção vocal em crianças com deficiência auditiva severa e profunda.

Chen et al. (2015) avaliaram o vocabulário e percepção de fala de 115 crianças implantadas antes dos 5 anos de idade, com tempo de experiência com o IC de 12 a 36 meses, a fim de determinar os fatores relacionados à um melhor desempenho linguístico. Embora os autores não tenham observado correlação significativa entre o limiar auditivo pré implante mensurado na ATL, a realização da triagem auditiva neonatal foi um importante fator de prognóstico do desempenho em vocabulário, juntamente com a escolaridade materna.

Dados os estudos apresentados, embora seja reduzida a quantidade de pesquisas realizadas com crianças em fase pré-lingual, depreende-se que há indícios do papel da audição residual no desenvolvimento da percepção auditiva e de linguagem oral subsequente à realização do implante. No entanto, a provável dificuldade de identificação de limiares precisos principalmente na população com perda auditiva profunda, crianças as quais usualmente são candidatas ao IC, pode sustentar a escassez de pesquisas com essa população.

3.3 O USO DO POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE ESTADO ESTÁVEL (PEAEE) NA POPULAÇÃO PEDIÁTRICA

Rance et al. (1998) desenvolveram um estudo a fim de estabelecer uma correlação entre o PEAEE e a avaliação comportamental de crianças com ausência de resposta no PEATE. Foram avaliadas 108 crianças, com idade até 4 anos (média: 2,1 anos). Observou-se que mais de um quarto das crianças apresentava audição residual em alguma frequência. A resposta comportamental e o PEAEE obtiveram respostas semelhantes, com variação de cerca de 5 dB entre os limiares obtidos em cada teste.

Além disso, 99,5% das crianças que não apresentaram resposta ao PEAAE, também não obtiveram resposta à avaliação comportamental. Segundo os autores, esse resultado sugere que o PEAAE é capaz de detectar audição residual mínima, com boa acurácia.

Roberson et al. (2003) buscaram determinar o grau da perda auditiva por frequência específica comparando o PEAAE ao PEATE. Foram avaliadas 28 crianças com idade entre 0 e 5 anos, das quais 20 tinham diagnóstico de deficiência auditiva. Todas passaram por EOA por estímulo transiente e produto de distorção, PEATE com estímulo *click* e *tone-burst* e PEAAE. Os autores observaram que os sujeitos que apresentaram resposta ao PEATE também apresentaram resposta ao PEAAE, e das 20 orelhas que tiveram o PEATE ausente, 13 apresentaram PEAAE em média a 98,9 dB NA. Dessa forma, concluíram que a sensibilidade de ambos os testes foi igual para perdas até 90 dB NA, mas para perdas superiores a este valor, o PEAAE mostrou uma vantagem importante por alcançar maiores níveis de intensidade.

Swanepoel e Hugo (2004) utilizaram o PEAAE para avaliar 15 crianças (30 orelhas) com idade entre 1 e 5 anos, com perda auditiva severa a profunda, candidatas ao IC. O teste foi realizado nas intensidades até 120-128 dB NA. Como resultado, entre os 74% de sujeitos que apresentaram resposta ao PEAAE, 91% foi em intensidade superior às avaliadas pelo PEATE e 84% superior ao limite da avaliação comportamental. Desta forma, os autores concluíram que a ausência de resposta ao PEATE e à avaliação comportamental não excluem a possibilidade de haver audição residual, e nesses casos o PEAAE é a forma primária de informação da deficiência auditiva profunda.

Yang, Chen e Hwang (2008) realizaram um estudo com o objetivo de investigar a eficácia do PEAAE em prever a resposta comportamental de crianças pré e pós cirurgia do IC. Foram incluídas 22 crianças com idade entre 1,4 e 11 anos. Antes da cirurgia, 19 das crianças realizaram a avaliação comportamental e 11 o PEAAE. Em média 15 meses após a cirurgia, todas as crianças foram reavaliadas com ambos os métodos. A taxa de acerto do PEAAE para predição das respostas à audiometria comportamental foi de 95%, quando considerada a margem de erro estimada pelo teste. Essa porcentagem variou conforme a frequência, sendo de 0,91; 0,95; 0,95 e 1,0 para 0,5; 1; 2 e 4 kHz, respectivamente. Os autores concluíram que os erros de

predição do PEAAE foram menores em frequências mais altas, e que o teste é uma boa ferramenta para estimar os limiares auditivos na população infantil.

Van Maanen e Stapells (2010) compararam os testes PEAAE e PEATE com estímulo *tone-burst* em 98 crianças, com idade média de 1,3 anos, com diagnóstico de perda auditiva. A perda auditiva foi avaliada como neurosensorial em 81,0% das orelhas e condutiva em 16,6%. Foi possível a obtenção de limiares auditivos no PEAAE em 53 (54%) sujeitos. A correlação obtida entre os dois testes foi de 0,97 para todas as frequências, incluídos os sujeitos com ausência de resposta. O limiar obtido pelo PEAAE foi em média 6 a 11 dB mais elevados que os obtidos no PEATE-*tone burst*, com menor diferença na frequência de 4 kHz. Quando excluídas as respostas ausentes, a diferença entre os limiares obtidos nos testes foi menor que 10 dB para todas as frequências. Segundo os autores, esses resultados indicam a possibilidade de estimar os limiares do PEATE por frequência específica, utilizando o PEAAE.

De forma similar, Rodrigues, Lewis e Fichino (2010) avaliaram a aplicabilidade do PEAAE na avaliação audiológica infantil, pela comparação do nível de concordância entre o PEATE com estímulo *click* e o PEAAE em 15 crianças com idade até 3 anos, com perda auditiva neurosensorial. Foram comparadas as médias das frequências de 1k, 2k e 4kHz e ainda a média total das frequências. Os coeficientes de correlação encontrados foram 0,70; 0,64; 0,49 para as frequências de 1, 2, 4 kHz e 0,68 para média dos limiares. Os resultados indicaram boa concordância entre as duas avaliações, e o pós-teste demonstrou maior probabilidade de obtenção de respostas presentes utilizando o PEAAE. Dessa forma, as autoras concluíram que o PEAAE promove informações adicionais nos casos de perdas severas e profundas, proporcionando maior precisão no diagnóstico audiológico.

Este grupo de autoras publicou outro estudo comparando os resultados do PEAAE com a ARV em 14 crianças com idade até 3 anos, com diagnóstico de perda auditiva neurosensorial. Os resultados obtidos apontaram um coeficiente de correlação entre os testes de 0,90; 0,93; 0,93 e 0,89 para as frequências de 0,5; 1; 2 e 4kHz, respectivamente, com diferença média inferior a 5 dB NA em todas as frequências avaliadas. As autoras assinalam a forte concordância entre as técnicas para todas as frequências, com maior similaridade entre em perdas auditivas mais severas. Dessa

forma, sugerem que o PEAAE pode fornecer informações precisas para a seleção e adaptação do AASI (Rodrigues; Lewis, 2010).

Linares, Filho e Martinez (2010) correlacionaram os achados do PEAAE com outros exames audiológicos em crianças com perda auditiva neurossensorial. Vinte e três crianças com idade entre 1 e 7 anos e diferentes graus de perda auditiva foram submetidas ao PEAAE, PEATE – *click* e *tone burst*, ARV e avaliação do reflexo acústico para predição do limiar auditivo. A correlação entre o PEAAE variou de 0,70 a 0,93 quando comparado à ARV e de 0,83 a 0,89 em relação ao PEATE-*tone burst*, conforme a frequência avaliada. Para o PEATE-*click* a correlação foi de 0,83 a 0,89 para as frequências de 2 e 4kHz do PEAAE, e nas demais frequências foi apontada apenas baixa correlação entre os testes. Em relação ao limiar estimado pelo reflexo acústico a correlação foi considerada moderada para todas as frequências. Os autores sugerem que a boa concordância entre o PEAAE e os demais testes reforça a possibilidade de sua aplicação em crianças, favorecendo o diagnóstico e a reabilitação auditiva precoce.

Chou et al. (2012) avaliaram 249 crianças com fatores de risco para perda auditiva congênita. Os autores coletaram, primeiramente, o PEAAE antes de 1 ano de idade e, posteriormente, compararam seu resultado à audiometria lúdica realizada entre 2 e 4 anos. Houve correlação entre os limiares do PEAAE e a audiometria, e a força da correlação aumentou conforme a severidade da perda auditiva e as frequências mais altas. Em média, o coeficiente foi de 0,88; 0,94; 0,94 e 0,97 para as frequências de 0,5; 1; 2 e 4 kHz, respectivamente. E a diferença entre os limiares obtidos nos testes foi inferior a 10 dB para perdas auditivas profundas em todas as frequências. A pesquisa concluiu que o PEAAE no primeiro ano de vida tem alta correlação com limiares obtidos dois ou três anos mais tarde, podendo ser utilizado na predição de limiares por frequência específica em crianças, auxiliando na intervenção auditiva precoce.

Kuki et al. (2013) realizaram a avaliação audiológica de 50 crianças menores de 1 ano, com risco para perda auditiva, utilizando avaliação comportamental, EOA, PEATE e PEAAE. Calculou-se a sensibilidade e especificidade de cada teste, utilizando o PEATE como padrão-ouro na avaliação audiológica infantil, bem como os custos e tempo envolvido em sua aplicação. Nesta amostra, o PEAAE apresentou 100% de

sensibilidade e alta especificidade (96,7%) na diferenciação de sujeitos com e sem perda auditiva, sendo comparável ao PEATE na sua aplicação diagnóstica e também em relação ao custo de realização do exame. No entanto, entre os testes analisados, o PEAAE apresentou o maior tempo médio de realização (39,8 minutos) e maior necessidade de repetições (52%). Com essas considerações, os autores sugerem que o PEAAE pode idealmente ser utilizado de forma substitutiva ao PEATE, com a vantagem de sua aplicação ser objetiva, não requerendo a interpretação direta do resultado pelo avaliador.

Kandogan e Dalgic (2013) conduziram uma série de casos na qual compararam os limiares auditivos de 20 crianças, com perda auditiva severa e idade entre 1,6 e 3,4 anos, utilizando o PEAAE e o PEATE-*click* sob sedação. Houve boa correlação entre os resultados dos testes (p -valor=0,231), e em alguns pacientes nos quais o limiar por PEATE não pode ser mensurado, houve resposta do PEAAE. Os autores consideraram que pacientes sem audição residual tiveram ambos os testes ausentes. Baseados nesses resultados, sugerem que ambas as técnicas podem ser usadas de forma a estimar a sensibilidade auditiva de crianças, tendo o PEAAE maior valor preditivo em candidatos ao IC.

Farias et al. (2014) correlacionaram os achados da avaliação comportamental em campo livre ao resultado do PEAAE de 19 lactentes com idade inferior a 6 meses, diagnosticados com perda auditiva neurossensorial, e que haviam falhado na triagem auditiva neonatal. As autoras utilizaram os dados obtidos nas frequências de 0,5 e 2 kHz, apenas. Como resultado, obtiveram correlação significativa entre os testes em ambas as frequências (p -valor= 0,002 e 0,013). O coeficiente variou entre os diversos graus de perda auditiva, sendo maior para perdas mais severas, sendo o índice nas perdas profundas de 0,95. Concluem, portanto, que o PEAAE é um exame capaz de prever o grau e configuração da perda auditiva nessa população, podendo ser incluído na rotina clínica.

Beck et al. (2015) compararam os resultados do PEAAE ao da ARV em 63 crianças, com idade até 6 anos, candidatas ao IC com suspeita de perda auditiva severa ou profunda. Foram incluídas apenas crianças com ausência de resposta ao PEATE-*click* e às EOA. Os pesquisadores obtiveram respostas comportamentais à audiometria em 36,7% das avaliações e resposta ao PEAAE em apenas 10,5%, com a maior parte

das respostas a 500 Hz. Crianças com ausência de respostas em 120 dB NA na avaliação comportamental em sua maioria obtiveram limiares de PEAAE acima de 110 dB NA. A diferença entre os limiares da ARV e do PEAAE variou entre 0,09 e 8,94 dB. Considerando os dados obtidos, os autores concluíram que a ausência de respostas ao PEAAE foi um bom preditor de limiares de perda auditiva profunda na avaliação comportamental, dado que pode auxiliar na decisão quanto ao IC.

Grassel et al. (2015) compararam o registro de resposta ao PEAAE (presença ou ausência) à avaliação comportamental realizada com instrumentos musicais. Para isso, 42 crianças com suspeita de perda auditiva severa à profunda e idade até 6 anos foram incluídas. Foram utilizadas intensidades até 110 dB NA no PEAAE e instrumentos até 115 dB NA na avaliação comportamental. Os testes tiveram respostas equivalentes em 71,4% das avaliações, ou seja, ambos presentes ou ausentes. Todos os sujeitos com ausência de resposta na avaliação comportamental também apresentaram PEAAE ausente, demonstrando a alta sensibilidade do teste. Os autores destacam, porém, que o PEAAE esteve ausente em 12 (28,6%) sujeitos com audição residual na avaliação comportamental, podendo subestimar as habilidades auditivas das crianças avaliadas.

Núñez-Batalla et al. (2015) buscaram demonstrar a confiabilidade do PEAAE para avaliação dos limiares em crianças. Foram incluídas 65 crianças com até 1 ano, as quais passaram pelos testes audiológicos: PEAAE, PEATE-*click* e ARV. Dentre as crianças avaliadas, 42,8% apresentou perda auditiva profunda como diagnóstico na audiometria. O coeficiente de correlação entre a ARV e o PEAAE foi superior a 0,80 em todas as frequências avaliadas, sendo similar ao índice do PEATE (0,84). Os autores consideraram o PEAAE um teste com boa confiabilidade para a prática clínica, com as vantagens de ser um método objetivo com seletividade por frequência. Dessa forma, reforçam a inclusão do teste na bateria diagnóstica de crianças com suspeita de deficiência auditiva.

De maneira semelhante, Venail et al. (2015) avaliaram 32 crianças com idade até 1,5 ano, comparando os resultados obtidos no PEAAE, PEATE-*click* e na ARV. As crianças realizaram a avaliação eletrofisiológica durante a triagem auditiva neonatal. A audiometria foi realizada posteriormente, quando a criança foi capaz de proporcionar respostas consistentes. Os resultados apontam para forte correlação

entre as médias do PEAEF nas frequências de 2 e 4 kHz e o resultado do PEATE (0,93). A média das quatro frequências avaliadas no PEAEF, por sua vez, esteve correlacionada à média obtida nas mesmas frequências na audiometria comportamental (coeficiente de correlação = 0,96). A diferença entre os limiares obtidos no PEAEF e nos outros testes foi inferior a 10 dB em 87,5% e 90,7% para a avaliação por meio de PEATE e a ARV, respectivamente. Desta forma, os autores sugerem que o PEAEF permite estimar com acurácia os limiares comportamentais de crianças pequenas, inclusive em frequências baixas.

François et al. (2016) conduziram um estudo a fim de estabelecer o uso do PEAEF na avaliação audiológica infantil na determinação dos limiares de cada orelha separadamente, em crianças que não aceitam o uso de fones de ouvido para a avaliação comportamental. Foram estudados os resultados de 175 crianças com idade até 6 anos, que passaram por avaliação audiológica por meio do PEAEF e PEATE, sob sedação, e da audiometria em campo livre. A audiometria foi realizada em 69 sujeitos, e sua média comparada ao resultado da melhor orelha no PEAEF. Os autores encontraram diferença de -1,2 dB entre os limiares do PEATE e PEAEF, considerada a média das frequências de 2 e 4 kHz, com correlação de 0,87 entre os testes. Para a audiometria a diferença média foi de 11,6 dB, com índice de Pearson de 0,73, sendo mais elevado em frequências altas. Como conclusão, os autores referem que o PEAEF tem função similar ao PEATE na determinação dos limiares de 2 e 4 kHz e que em crianças com impossibilidade de realizar os dois exames, o PEAEF deve ser indicado por fornecer pistas quanto aos limiares em 0,5 e 1 kHz, principalmente em crianças que não colaborem durante a realização da audiometria comportamental.

Em síntese, a bibliografia apresentada descreve a aplicabilidade do PEAEF e seu uso na predição de limiares auditivos por frequência específica em crianças, possibilitando avaliar a audição em baixas frequências e em intensidades elevadas para melhor delineamento do processo de intervenção. Acredita-se que a possibilidade de se estabelecer com maior precisão a presença e as características da audição residual nesta população possa, ainda, auxiliar na determinação do prognóstico auditivo e de linguagem de crianças candidatas ao IC, conforme é estudado nesta dissertação.

4 CASUÍSTICA E MÉTODOS

Trata-se de um estudo observacional transversal de caráter retrospectivo, desenvolvido a partir da análise de prontuários de pacientes atendidos no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo (HC-FMRP), submetidos à cirurgia de implante coclear.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do HC-FMRP (CAAE: 02500412.0.0000.5440, parecer número 943.775) e teve autorização para acesso aos prontuários eletrônicos e impressos dos pacientes junto ao Serviço de Arquivo Médico (SAM) da instituição.

4. 1 PARTICIPANTES

A população de estudo foi constituída de crianças usuárias de IC, pacientes do serviço de cirurgia de implante coclear do HC-FMRP, que realizaram o PEAAE durante o pré-operatório. Foram incluídas crianças com idade até 5 anos, 11 meses e 29 dias à data de realização da cirurgia de colocação do IC, diagnosticadas com perda auditiva neurossensorial pré-lingual, de grau severo ou profundo, congênita ou adquirida.

Foram critérios de exclusão: relato de perda auditiva progressiva; presença de múltiplas deficiências (deficiência visual, física ou cognitiva concomitante); relato de atraso do desenvolvimento neuropsicomotor; distúrbio psiquiátrico; alteração neurológica ao nascimento ou com acometimento até seis meses após a realização do IC (hidrocefalia, paralisia cerebral, traumatismo cranioencefálico e outros); alteração da ressonância magnética do nervo auditivo no lado implantado; e a presença de resposta às EOA, sugerindo um quadro de perda auditiva retrococlear. Também foram excluídos sujeitos com IC bilateral e aqueles que precisaram ser submetidos à reabordagem cirúrgica com troca do implante. Por fim, foram excluídos indivíduos com relato de perda ou defeito do processador de fala do IC nos primeiros

seis meses após a cirurgia, de forma que o tempo decorrido após a intervenção não representasse o tempo real de ativação e uso do dispositivo.

De um total de 356 pacientes submetidos à cirurgia de implante coclear no HC-FMRP entre abril de 2004 e dezembro de 2015, 123 (34,5%) tinham idade inferior a 06 anos na data da cirurgia, e destes 67 (54,4%) realizaram o exame PEAAE, correspondendo aos critérios de inclusão desta pesquisa para análise dos prontuários.

Após a aplicação dos critérios de exclusão a amostra final desta pesquisa foi reduzida a 47 sujeitos, sendo retirados nove indivíduos com comprometimento neurológico ou múltipla deficiência, três com IC bilateral, seis devido a alterações no funcionamento do IC, e dois com presença de resposta às EOA.

Dos 47 sujeitos estudados nesta pesquisa, todos foram diagnosticados com perda auditiva profunda pré-lingual, sendo 39 (83%) com deficiência auditiva congênita, e os demais adquirida até os 24 meses de idade (média: 13 ± 6 meses).

4.2 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

A listagem dos pacientes que receberam o IC na instituição foi obtida juntamente ao serviço de cirurgia de implante coclear, sendo selecionados os pacientes na faixa etária estipulada. A partir de consulta direta ao banco de dados do equipamento *Smart EP 3.86USBez, Intelligent Hearing Systems - Miami-Flórida (E.U.A.)*, verificou-se os indivíduos que haviam realizado o PEAAE no pré-operatório para consulta aos prontuários.

O limiar da avaliação eletrofisiológica com registro do PEAAE pré-operatório foi obtido diretamente no banco de dados do sistema do equipamento. A testagem do PEAAE é realizada de forma padrão na instituição, por meio de fones de inserção modelo 3A, posicionados no meato acústico externo bilateralmente e quatro eletrodos de contato, posicionados um eletrodo positivo no vértex craniano, dois eletrodos negativos na porção posterior do pavilhão das orelhas ou mastoide e um eletrodo referência (terra) na frente. São analisadas as frequências 0,5; 1; 2 e 4k Hz, com estimulação dicótica,

em passos de 10 ou 5 dB até definição do limiar. O teste foi analisado de forma qualitativa quanto ao seu registro (resposta “presente” em qualquer frequência ou “ausente” em todas as frequências) e de forma quantitativa quanto ao limiar médio. Os limiares eletrofisiológicos são expressos pelo equipamento em dB NPS e dB NA, conforme a tabela de conversão geral do próprio sistema expresso no quadro 1. Foram coletados apenas os limiares em dB NA.

Frequência testada (kHz)	dB NPS → dB NA
0.5	- 26
1	- 11
2	- 13
4	-19

Quadro 1 - Conversão geral de dB NPS para dB NA, segundo a configuração do equipamento Smart EP 3.86USBez, Intelligent Hearing Systems - Miami-Flórida (E.U.A.).

Os demais dados foram obtidos dos prontuários impressos e eletrônicos dos pacientes, a partir de relatos descritos na evolução, exames objetivos e laudos específicos, sendo registradas as seguintes variáveis:

- **Dados de identificação:** data de nascimento e sexo.
- **Caracterização da surdez:** idade da criança quando perdeu a audição e etiologia provável;
- **Caracterização do IC:** data e idade do paciente quando realizada a cirurgia, lado da implantação e marca do dispositivo utilizado.
- **Dados dos responsáveis:** maior grau de instrução atingido por um dos responsáveis e renda familiar mensal;
- **Limiar eletrofisiológico ao PEATE pré-operatório:** realizado com estímulo *click* via fones de inserção, com respostas captadas via eletrodos de superfície.
- **Limiar auditivo na ATL ou ARV,** em três momentos: (a) no pré-operatório, (b) com o uso de aparelhos de amplificação sonora individual e (c) com uso de IC

após seis meses de realização da cirurgia. Realizado no primeiro momento com o uso de fones supra-aurais estimulando-se cada orelha separadamente, e nos seguintes em campo livre com a caixa de som disposta frontalmente a 0° Azimute na altura do dispositivo auditivo eletrônico do indivíduo e a 60 cm de distância deste, com estimulação simultânea de ambas orelhas, obtendo-se assim a resposta da melhor orelha. Foram analisados os registros dos limiares das frequências de 0,5; 1; 2 e 4kHz, e a média do limiar calculada entre estas quatro frequências, quando presentes.

- **Categoria de percepção de fala**, em dois momentos: no pré-operatório e seis meses após a realização da cirurgia, com base na classificação de Geers (1994) (Quadro 2)
- **Categoria de linguagem oral**, em dois momentos: no pré-operatório e seis meses após a realização da cirurgia, com base na classificação de Bevilacqua, Delgado e Moret (1996) (Quadro 3).
- **Terapia fonoaudiológica aurioral**: data de início, se anterior ou posterior à cirurgia, e número de sessões realizadas por semana após a implantação;

Categoria 0	Não detecta fala	Não detecta fala em situações de conversação normal (limiar de detecção de fala > 65dB NA)
Categoria 1	Deteção	Detecta a presença do sinal de fala
Categoria 2	Percepção de padrão	Diferencia palavras pelos traços suprasegmentares (duração, tonicidade, etc.)
Categoria 3	Iniciando a identificação de palavras	Diferencia entre palavras em conjunto fechado com base na informação fonética.
Categoria 4	Identificação de palavras por meio do reconhecimento da vogal	Diferencia entre palavras em conjunto fechado que diferem primordialmente pelo som da vogal.
Categoria 5	Identificação de palavra por meio do reconhecimento da consoante	Diferencia entre palavras em conjunto fechado com mesmo som de vogal, mas contém diferentes consoantes.
Categoria 6	Reconhecimento de palavras em conjunto aberto	Capaz de reconhecer palavras exclusivamente por meio da audição.

Quadro 2 - Categorias de Percepção de Fala (Geers, 1994)

Categoria 1	Choro diferenciado, não fala e pode apresentar verbalizações indiferenciadas.
Categoria 2	Início de balbucios e palavras isoladas.
Categoria 3	Construção de frases simples, de duas ou três palavras.
Categoria 4	Construção de frases de quatro ou cinco palavras, e início do uso de elementos conectivos (pronomes, artigos, preposições, verbos auxiliares)
Categoria 5	Construção de frases corretas de mais de cinco palavras (conjugação verbos, usa plural, etc.).

Quadro 3 - Categorias de linguagem oral (Bevilacqua, Delgado e Moret, 1996)

4. 3 ANÁLISE DE DADOS

Todos os dados coletados foram transcritos em planilhas *Excel 2010 for Windows* para o adequado armazenamento das informações. As análises estatísticas foram realizadas com o software *JMP® statistical discovery software from SAS Institute, Cary – North Caroline (E.U.A)*, versão 10.0.0.

A análise descritiva das variáveis foi realizada conforme a sua natureza, optando-se por categorizações dos dados de característica nominal de forma complementar à análise quantitativa. Desta forma, as respostas aos exames eletrofisiológicos PEAAE e PEATE foram analisadas separadamente quanto ao limiar e à presença ou ausência de resposta; e as categorias de percepção de fala (Quadro 2) e linguagem oral (Quadro 3) avaliadas quanto à categoria atingida e a quantidade de categorias avançadas após a implantação.

Para descrição dos dados, as variáveis de natureza qualitativa foram analisadas utilizando-se cálculo de frequências absoluta e relativa. Para variáveis de natureza quantitativa foram realizadas medidas de tendência central e dispersão.

A fim de investigar o objetivo proposto, que visa avaliar a correlação entre o PEAAE e a resposta auditiva com uso do IC, a correlação entre as variáveis foi realizada utilizando-se cálculos de análise de variância (ANOVA) e teste de *t-student*

independente e pareado, para variáveis contínuas; e cálculo do qui-quadrado com projeção em *whole model test*, nas variáveis categóricas; sendo incluído o cálculo de coeficiente de correlação linear de Pearson e o teste exato de Fisher, sempre que aplicável. Para seleção dos testes adequados as variáveis contínuas foram analisadas quanto à sua distribuição utilizando o teste Shapiro-Wilk de análise da normalidade. Nas análises inferenciais foi utilizado um intervalo de confiança de 95% e nível de significância α igual a 5%.

A fim de garantir a inclusão de todos os sujeitos para a análise de correlação, à ausência de resposta aos testes audiométricos: PEAAE e ATL pré-implante, foi conferido o valor de 130 dB durante o cálculo (10 dB acima da intensidade máxima de saída do aparelho), ponderando-se que a ausência de resposta nas referidas avaliações poderia ser decorrente de limitações do equipamento e medidas de segurança padronizadas pelos fabricantes, conforme preconizado em outros estudos (Stueve; Rourke, 2003; Maanen; Stapells, 2010; Venail et al., 2015).

Para a descrição das correlações centrais desta pesquisa optou-se por utilizar os dados audiológicos relativos apenas à orelha que recebeu o IC. Embora tenha-se realizado a análise de correlação completa utilizando-se os resultados audiológicos da orelha contralateral e da melhor resposta bilateral, a correlação entre as variáveis teve maior expressividade no uso das informações da orelha implantada isoladamente, decidindo-se por sua descrição nos resultados. Para fins de conhecimento, relata-se aqui que a diferença média entre os limiares da orelha implantada e da orelha contralateral foi de -4,0 dB NA (variação: -21,0 à +23,0 dB NA) na avaliação pelo PEAAE pré-implante, sendo uma diferença estatisticamente significativa (p -valor<0,001) com melhor limiar da orelha contralateral ainda que ambas se encontrem no espectro de perda auditiva profunda para todos os pacientes.

Optou-se ainda pela utilização da média das frequências do PEAAE nas análises correlacionais, ao invés da frequência isolada, devido à distribuição assimétrica entre a presença de resposta nas diferentes frequências, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 – Limiar médio de resposta ao PEAAE nos sujeitos com resposta presente segundo a frequência avaliada.

Frequência PEAAE	nº de sujeitos com resposta presente	Média (DVP) dB NA
0,5 kHz	13	80,9 (9,3)
1 kHz	21	96,2 (10,8)
2 kHz	14	92,7 (10,0)
4 kHz	16	86,6 (9,5)

Legenda: PEAAE = Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável; DVP = Desvio-padrão; dB NA = decibel nível de audição

De forma complementar ao objetivo principal desta pesquisa, foi analisada a influência isolada e combinada de outros fatores que poderiam afetar o desempenho auditivo, e buscou-se o delineamento de um modelo inferencial aplicável a esta população de estudo. Adicionalmente, analisou-se o desenvolvimento de linguagem expressiva e sua correlação com o PEAAE e demais dados sociobiológicos, seguindo-se os cálculos de análise de correlação e modelos de regressão linear múltipla descritos anteriormente.

5 RESULTADOS

5.1 DESCRIÇÃO DA POPULAÇÃO E DAS VARIÁVEIS

A amostra final estudada foi composta por 47 crianças, as quais receberam o IC entre 1 e 5 anos e meio (média: $3,5 \pm 1$ anos) com distribuição etária conforme demonstrado no Gráfico 1. Houve prevalência de implantações do lado direito ($n=30$, 63,8%) e uso do implante da marca Cochlear ($n=41$, 87,3%), seguido pela marca Advanced Bionics ($n=4$, 8,5%). Implantes cocleares das marcas Med-el e Neurelec foram utilizados em um sujeito cada.

Gráfico 1 – Número de sujeitos (e porcentagem) segundo idade, em anos, na data da cirurgia de implante coclear ($n=47$)

Todas as crianças incluídas neste estudo perderam a audição antes dos 2 anos de idade, sendo a etiologia provável apresentada no Gráfico 2. Entre os sujeitos, 24 (51,1%) eram do sexo feminino. Quanto ao nível socioeconômico, a renda média do responsável foi de $2,6 \pm 2,4$ salários mínimos e 27 (57,4%) deles finalizaram o ensino médio.

Gráfico 2 - Distribuição dos sujeitos segundo a etiologia provável da perda auditiva (n=47)

O registro do PEAAE esteve presente em 34 (72,3%) crianças e, do total, 26 (55,3%) receberam o IC na orelha com resposta obtida. O limiar obtido no PEAAE na orelha que recebeu o implante foi de $89,7 \pm 10,2$ dB NA, em média, consideradas as frequências de 0,5; 1; 2 e 4 kHz, e sua distribuição é apresentada no Gráfico 3.

Os dados das demais avaliações audiológicas pré-implante, a saber: PEATE e audiometria com e sem uso de AASI, são apresentados na Tabela 2. A proporção de uso dos métodos audiométricos, ATL ou ARV, para a obtenção dos limiares na audiometria são apresentados no Gráfico 4.

Tabela 2 - Resultados obtidos nos testes PEATE com estímulo *click*, ATL/ARV e audiometria em campo com uso de AASI

	Nº de sujeitos com limiar presente** (%) [n = 47]	Média	DVP	Mediana	Mínimo	Máximo
PEATE-<i>click</i>	5 (10,6)	99	0	99	99	99
ATL/ARV *	46 (97,9)	99,2	11,9	100	71	120
Audiometria com AASI*	39 (83,0)	71,0	12,4	75	45	100

* Referente aos limiares de 0,5; 1; 2 e 4 kHz quando presentes (na ausência, o valor não foi utilizado para cálculo).

** Dado o limite de intensidade de testagem de cada teste: PEATE-*click* 99dB; ATL/ARV 120dB; Audiometria com AASI 100dB. Dados em dB NA. Legenda: PEATE-*click* = Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico com estímulo *click*; ATL/ARV = Audiometria Tona Liminar/Audiometria com Reforço Visual; AASI = Aparelho de Amplificação Sonora Individual; DVP = Desvio-padrão.

Gráfico 3 - Distribuição dos sujeitos segundo o limiar médio, em dB NA, obtido na pesquisa do PEAAE, analisadas as frequências de 0,5; 1; 2 e 4 kHz quando presentes (na ausência, a frequência não foi utilizada para cálculo)

Gráfico 4 - Método utilizado para a obtenção ao limiar auditivo na audiometria pré-implante.

Legenda: ARV = Audiometria com reforço visual. ATL = Audiometria tonal liminar

A avaliação pós-implante foi conduzida em média $7,2 \pm 2,1$ meses após a implantação, ou seja, aproximadamente seis meses após a ativação do dispositivo, conforme a distribuição demonstrada no Gráfico 5. Observa-se a presença de dois sujeitos avaliados após os 10 meses. Nas análises inferenciais deste estudo a exclusão desses sujeitos como “*outliers*” não teve influência significativa nos resultados obtidos, de forma que os resultados apresentados se referem ao total de sujeitos.

Na avaliação audiológica pós-implantação, o limiar obtido na audiometria em campo com o uso de IC teve média de $44,4 \pm 12,4$ dB NA, consideradas as frequências de 0,5; 1; 2 e 4 kHz, conforme distribuição disposta no Gráfico 6. A comparação entre a categoria de percepção de fala pré e pós implantação pode ser visualizada no Gráfico 7. Ressalta-se que 23 (49%) sujeitos apresentaram avanço de uma categoria no desenvolvimento da percepção de fala e 4 (8,5%) alcançaram um desempenho dois níveis superior ao da avaliação anterior. Houve correlação entre um menor limiar

auditivo com IC e a melhora na categoria de percepção de fala atingida após a implantação (p -valor=0,005; $r=0,108$).

Gráfico 5 - Distribuição dos sujeitos conforme o número de meses decorridos entre a cirurgia de implante coclear e a reavaliação audiológica e de linguagem oral

Gráfico 6 - Limiar auditivo obtido em campo livre com uso do implante coclear, em dB NA, considerada a média das frequências de 0,5; 1; 2 e 4 kHz quando testadas (na ausência, a frequência não foi utilizada para cálculo).

Gráfico 7 - Distribuição dos sujeitos segundo a categoria de percepção de fala atribuída antes e após o uso do implante coclear (IC), na classificação de Geers, 1994.

A aquisição de habilidades de linguagem oral na comparação das avaliações pré e pós implantação é apresentada no Gráfico 8. Observa-se que 13 (27,6%) crianças tiveram melhora em seu desempenho. Todas as crianças estavam inseridas em terapia fonoaudiológica auri-oral após a implantação, entre uma e três vezes na semana (média: $1,5 \pm 0,5$ sessões/semana), e destas 18 (38,3%) não haviam passado por intervenção fonoaudiológica prévia ao IC.

Gráfico 8 - Distribuição dos sujeitos segundo a categoria de linguagem oral atribuída antes e após o uso do implante coclear (IC), na classificação de Bevilacqua, Delgado e Moret, 1996.

5.2 IMPACTO DO PEAAE NA RESPOSTA AUDITIVA COM IMPLANTE COCLEAR

A análise de correlação entre o registro e limiar do PEAAE pré-implante, na orelha implantada, e a resposta auditiva com IC – caracterizada pelo limiar auditivo com IC e a melhora na categoria de percepção de fala – é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 - Correlação entre a presença de registro e o limiar médio do PEAAE na orelha implantada, e os resultados audiológicos pós implante quanto ao limiar auditivo com uso de IC e a melhora na categoria de percepção de fala.

	Limiar auditivo com IC**		Melhora na categoria de percepção de fala	
	p-valor	r	p-valor	r
Registro do PEAAE (presente x ausente)	0,613	0,006	0,045*	0,072
Limiar do PEAAE**	0,045*	0,008	0,274	0,030

*p-valor significativo (<0,05). Análise de variância (ANOVA) e Correlação de Pearson. **Média de 0,5; 1; 2 e 4 kHz (quando ausentes, atribuído o valor de 130 dB NA para cálculo). Legenda: IC = implante coclear; PEAAE = Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável; r = coeficiente de correlação

A fim de excluir a possível participação de outras variáveis nos resultados obtidos, foi realizada a análise da distribuição de cada dado quanto à presença ou ausência de registro do PEAAE na orelha implantada, conforme descrito na Tabela 4. As variáveis foram analisadas de forma categórica optando-se pela divisão segundo a mediana da amostra para aquelas variáveis originalmente contínuas considerando-se, quando aplicável, sua distribuição normal. Assim, a idade da perda auditiva (mediana: 0) foi categorizada em congênita ou pós-natal; a idade na realização do IC (mediana: 3,5) dividida em crianças maiores e menores de 3,5 anos (Shapiro-Wilk, p-valor=0,700); e a data de avaliação (mediana: 7,0) classificada em antes e após os 7 meses de colocação do IC (Shapiro-Wilk, p-valor=0,586).

Devido à significância dessa diferença, foi reconduzida a análise de correlação entre o limiar e o registro do PEAAE e as variáveis de resposta auditiva com IC, dividindo-se os sujeitos por grupos etários entre maiores e menores que 3,5 anos, conforme apresentado na Tabela 5. Nesta análise não houve correlação entre os resultados do PEAAE pré-implante e o limiar auditivo ou a categoria de linguagem com uso de IC.

Tabela 4 - Análise da significância da diferença na distribuição dos sujeitos segundo a presença ou ausência de registro do PEAAE e demais variáveis categóricas

	Presença de registro do PEAAE	
	p-valor	R
Sexo	0,871	0,000
Renda Familiar	0,072	0,050
Grau de instrução dos responsáveis	0,321	0,116
Idade na perda de audição (pré ou pós-natal)	0,465	0,008
Etiologia da perda auditiva	0,420	0,150
Idade no IC ($\leq$ ou $>$ 3,5 anos)	0,005*	0,122
Lado do IC	0,805	0,000
Marca do IC	0,551	0,044
Momento de início da terapia fonoaudiológica (pré ou pós IC)	0,979	0,000
Número de sessões de terapia fonoaudiológica/semana	0,634	0,038
Data da reavaliação ($\leq$ ou $>$ 7 meses após IC)	0,851	0,000

*p-valor significativa ($<0,05$). Qui-quadrado de Pearson. Legenda: PEAAE = Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável; IC = Implante coclear; r= coeficiente de correlação

Tabela 5 - Correlação entre a presença de registro e o limiar médio do PEAAE na orelha implantada, o limiar auditivo com uso de IC e a melhora na categoria de percepção de fala, segundo idade.

	Idade (anos)	Limiar auditivo com IC*		Melhora na categoria de percepção de fala	
		p-valor	r	p-valor	r
Registro do PEAAE (presente x ausente)	≤3,5	0,322	0,044	0,358	0,054
	>3,5	0,765	0,004	0,079	0,141
Limiar do PEAAE*	≤3,5	0,665	0,008	0,707	0,015
	>3,5	0,158	0,092	0,141	0,101

Análise de variância (ANOVA) e Qui-quadrado (*whole model test*). *Média de 0,5; 1; 2 e 4 kHz (quando ausentes, atribuído o valor de 130 dB NA para cálculo). Legenda: IC = implante coclear; PEAAE = Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável; r = coeficiente de correlação

5.3 A AVALIAÇÃO PRÉ-IMPLANTE NA PREDIÇÃO DA RESPOSTA AUDITIVA COM IMPLANTE COCLEAR

Para além do estudo do impacto da resposta ao PEAAE na resposta auditiva com IC, analisou-se a possibilidade da utilização das demais informações coletadas na avaliação pré-implante para predição dos limiares auditivos com IC e da melhora na categoria de percepção de fala.

A análise de correlação entre as variáveis sociais e biológicas e a resposta auditiva com IC, mensurada pela resposta à audiometria com IC e a melhora na categoria de percepção de fala após a implantação, é apresentada na Tabela 6. Houve correlação entre a idade da criança na cirurgia e o limiar médio da audiometria com IC. Análises adicionais demonstram que os sujeitos implantados após os 3,5 anos obtiveram limiar auditivo com IC em média $8,1 \pm 3,5$ dB inferior ao grupo implantado antes dos 3,5 anos.

A fim de estabelecer o valor preditivo dos testes audiológicos realizados antes da cirurgia do implante coclear na identificação da resposta auditiva com IC, foram conduzidas análises de regressão múltipla para o limiar auditivo com IC e a melhora na categoria de percepção de fala após o implante, separadamente.

Tabela 6 - Impacto das variáveis sociais e biológicas na resposta auditiva com IC

	Limiar na audiometria com IC**		Melhora na categoria de percepção de fala	
	p-valor	r	p-valor	r
Sexo	0,512	0,009	0,542	0,014
Renda Familiar	0,698	0,003	0,521	0,005
Grau de instrução dos responsáveis	0,736	0,064	0,483	0,134
Idade na perda de audição (pré ou pós-natal)	0,479	0,007	0,389	0,030
Etiologia da perda auditiva	0,699	0,106	0,748	0,152
Idade no IC ($\leq$ ou $>$ 3,5 anos)	0,024*	0,108	0,897	0,000
Lado do IC	0,141	0,040	0,583	0,012
Marca do IC	0,177	0,107	0,713	0,055
Início da terapia fonoaudiológica (pré ou pós IC)	0,079	0,066	0,271	0,031
Número de sessões de terapia fonoaudiológica/semana	0,335	0,075	0,593	0,062
Data da reavaliação ($\leq$ ou $>$ 7 meses após IC)	0,615	0,006	0,422	0,012

*p-valor significativo ($<0,05$). Análise de variância (ANOVA), Teste T-student, Correlação de Pearson e Qui-quadrado (*whole model test*). **Média das frequências de 0,5;1; 2 e 4 kHz. Legenda: IC = implante coclear; r = coeficiente de correlação.

Foram utilizadas como variáveis de predição os testes audiológicos pré-implante: PEAEE, PEATE, ATL/ARV e audiometria em campo com uso de AASI, conforme apresentado nas Tabela 7. Para a análise inferencial contendo como resposta o limiar auditivo com IC foi acrescido ao modelo de regressão da idade na implantação, devido à correlação isolada apresentada por este fator conforme apresentado anteriormente (Tabela 6).

O limiar médio da ATL/ARV pré-implante e a idade na realização do IC mostraram-se significantes na predição do limiar auditivo com IC, e seu modelo inferencial demonstra que somadas estas variáveis foram capazes de prever a resposta em 24,1% dos sujeitos nessa amostra estudada ($p\text{-valor}=0,002$; odds-ratio: 6,96). A correlação observada é negativa para idade na implantação e positiva para o limiar auditivo pré-implante obtido na audiometria, sugerindo que crianças que receberam o implante mais velhas e com melhor audição residual mensurada na ATL/ARV apresentaram menor limiar auditivo com IC (Tabela 7).

Tabela 7 - Análise de regressão múltipla para predição do limiar auditivo com implante coclear e da melhora na categoria de percepção de fala, considerando a avaliação audiológica pré-implante e a idade de implantação.

	Limiar auditivo com IC**		Melhora na categoria de percepção de fala	
	Ratio	p-valor específico	Ratio	p-valor específico
PEAEE**	-1,37	0,180	3,72	0,156
PEATE-<i>click</i>	-0,19	0,853	1,17	0,555
ATL/ARV**	2,02	0,049*	0,35	0,837
Audiometria com AASI**	-0,40	0,687	5,34	0,069
Idade no IC	-2,73	0,009*	----	----
p-valor do modelo	0,014*		0,136	

*p-valor significativo (<0,05). *Whole Model Test*: análise de variância (ANOVA) e qui-quadrado.

** Média dos limiares de 0,5; 1; 2 e 4 kHz (quando ausentes, atribuído o valor de 130 dB NA para cálculo).

Legenda: IC = implante coclear; PEAEE = Potencial evocado auditivo de estado estável; PEATE-*click* = Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico com estímulo *click*; ATL/ARV = Audiometria Tonal Liminar / Audiometria com Reforço Visual; AASI = Aparelho de Amplificação Sonora Individual.

Na análise do desenvolvimento da categoria de percepção de fala, o modelo considerando a avaliação audiológica pré-implante não foi suficiente para a determinação da melhora na percepção de fala com uso do implante (Tabela 7).

5.4 IMPACTO DO PEAEE NO DESEMPENHO DE LINGUAGEM COM IMPLANTE COCLEAR

A comparação entre a categoria de linguagem atribuída antes e após o uso do IC demonstrou melhora na expressão oral em proporção significativa da população estudada (p-valor <0,001; $r = 40,5\%$). A análise de correlação entre o registro e limiar médio do PEAEE e a melhora no desempenho de linguagem oral não evidenciou relação da audição residual mensurada pelo PEAEE (p-valor= 0,095 e 0,367 respectivamente).

Adicionalmente, investigou-se a influência das demais variáveis sociais e biológicas na melhora da categoria de linguagem após o IC, conforme apresentado na Tabela 8. Análises adicionais utilizando o Teste Exato de Fisher indicaram que o início precoce da terapia fonoaudiológica, antes da cirurgia de implante coclear, refletiu-se em uma maior proporção de sujeitos com melhora nas habilidades de linguagem oral

expressiva após a cirurgia (p-valor=0,045). O número de sessões por semana, considerado juntamente ou separadamente do momento de início da terapia, não esteve correlacionado com a categoria de linguagem oral (p-valor=0,340).

Analizadas as semelhanças entre o desempenho auditivo e de linguagem, mensurado com o uso do IC, a melhora na categoria de linguagem esteve relacionada à melhora na percepção de fala (p-valor=0,006; r=18,8%), porém sem relação direta com o limiar auditivo com IC (p-valor=0,594).

Tabela 8 - Impacto das variáveis sociais e biológicas na melhora da categoria de linguagem oral após o IC

	Melhora na categoria de linguagem oral	
	p-valor	r
Sexo	0,374	0,014
Renda Familiar	0,643	0,004
Grau de instrução dos responsáveis	0,078	0,191
Idade na perda de audição (pré ou pós-natal)	0,685	0,003
Etiologia da perda auditiva	0,154	0,247
Idade no IC ($\leq$ ou $>$ 3,5 anos)	0,374	0,014
Lado do IC	0,378	0,014
Marca do IC	0,620	0,040
Início da terapia fonoaudiológica (pré ou pós IC)	0,045*	0,079
Número de sessões de terapia fonoaudiológica/semana	0,340	0,064
Data da reavaliação ($\leq$ ou $>$ 7 meses após IC)	0,421	0,012

*p-valor significativo ($<0,05$). Correlação de Pearson e Qui-quadrado (*whole model test*). Legenda: IC = Implante coclear; r = coeficiente de correlação

5.5 ANÁLISES COMPLEMENTARES

5.5.1 Comparação entre o limiar eletrofisiológico mensurado pelo PEAAE e o limiar comportamental

A inclusão do limiar auditivo comportamental no modelo de predição dos limiares auditivos com IC e não-significância do limiar eletrofisiológico levantou questões acerca da equivalência dos dois testes. A análise das diferenças entre as médias gerais do limiar mensurado pelo PEAAE e o limiar na audiometria comportamental (ATL/ARV) em valor absoluto é apresentada na Tabela 9. A diferença entre os limiares variou de 0,2 à 44,7 dB NA em valor absoluto, sendo que em 19 (40,4%) crianças essa diferença foi superior a 15 dB NA. O coeficiente de variação da média das frequências foi de 74,8% indicando alta variabilidade na dispersão dos dados. Em 29 (61,7%) sujeitos a média dos limiares eletrofisiológicos foi inferior à comportamental. A correlação por frequência entre os testes está ilustrada na Tabela 10. Nenhuma correlação foi considerada significativa.

Tabela 9 - Análise das diferenças da média dos limiares obtidos no PEAAE e na audiometria comportamental - ATL/ARV em valor absoluto.

	p-valor	r	Diferença média	DVP da diferença	Limite superior do intervalo	Limite inferior do intervalo
PEAAE x ATL/ARV	<0,001*	90,1%	14,3	10,7	17,4	11,1

*p-valor significativo (<0,05). *T-student* pareado (diferenças em valor absoluto). Legenda: ATL = audiometria tonal liminar; ARV = audiometria com reforço visual; DVP = desvio padrão; PEAAE = potencial evocado auditivo de estado estável; r = coeficiente de correlação

Tabela 10 - Análise de Correlação por frequência entre os limiares obtidos no PEAAE e na audiometria comportamental - ATL/ARV

PEAAE x ATL/ARV		Frequência			
		0,5 kHz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
OD	Diferença	13,7	0,2	3,8	12,2
	r	6,9%	5,1%	5,1%	37,6%
OE	Diferença	12,3	2,8	0,5	7,8
	r	16,5%	-2,6%	-1,4%	19,6%

Legenda: ATL = audiometria tonal liminar; ARV = audiometria com reforço visual; PEAAE = potencial evocado auditivo de estado estável; r = coeficiente de correlação; OD = orelha direita; OE = orelha esquerda.

5.5.2 Análise isolada dos cinco sujeitos com presença de resposta ao PEATE

A presença de resposta ao PEATE foi obtida em cinco sujeitos da amostra. Optou-se pela descrição isolada desses sujeitos a fim de correlacionar os dados deste exame ao PEAAE, enquanto exame eletrofisiológico, na predição dos limiares auditivos pré-implantação e da resposta auditiva com IC.

Todos os sujeitos tiveram ausência de EOA na avaliação pré-implante. Os dados audiológicos individuais de cada criança estão descritos na Tabela 10. A perda auditiva foi congênita e de etiologia idiopática em quatro sujeitos, apenas o sujeito A tem perda auditiva descrita pelos responsáveis como pós-natal de etiologia genética, diagnosticada por volta dos 8 meses, embora não exista registro de triagem auditiva neonatal pela não obrigatoriedade do teste na data de seu nascimento.

O registro do PEATE esteve presente nos cinco sujeitos à intensidade de 99 dB NA, sendo unilateral do lado implantado nos sujeitos “A” e “E”, e bilateral nas demais crianças. A diferença entre o limiar mensurado pelo PEATE e a resposta ao PEAAE variou entre -3,5 e +6,7 dB NA na orelha implantada.

O IC foi da marca Cochlear em todos os sujeitos e a resposta auditiva com IC pode ser observada individualmente na Tabela 11. Quanto à categoria de percepção de fala, esta foi classificada como nível 1 nos sujeitos “B” e “C” e 0 nos demais. Após o IC a melhora na categoria da percepção de fala foi observada nos sujeitos “B” e “E”, em um nível.

Quanto à atribuição de categorias de linguagem oral, todos os indivíduos foram classificados como nível 1 pré-implantação e na avaliação pós-implante foi observada melhora de um nível nos sujeitos “A”, “C” e “D”.

Tabela 11 - Caracterização dos cinco sujeitos que apresentaram presença de PEATE quanto aos demais dados audiológicos

Sujeito	Sexo	Idade na implantação (a)	Lado IC	Limiar PEAAE*	Limiar ATL*	Limiar ATL com AASI*	Limiar com IC*
A	Masculino	3;9	Esquerdo	105,2	116,2	97,5	51,2
B	Feminino	4;7	Direito	↓	116,2	101,2	51,7
C	Feminino	2;8	Direito	99,7	113,7	55	52,5
D	Feminino	3;5	Esquerdo	105,7	121,2	91,2	42,5
E	Feminino	3;2	Esquerdo	95,5	↓	102,5	47,5

* Referente aos limiares de 0,5; 1; 2 e 4 kHz quando presentes (na ausência, o valor não foi utilizado para cálculo). Dados em dB NA. Legenda: AASI = aparelho de amplificação sonora individual; ATL = audiometria tonal liminar; IC = Implante coclear; PEAAE = potencial evocado auditivo de estado estável; ↓ = limiar ausente.

5.5.3 Análise isolada dos quatro sujeitos implantados até os 2 anos de idade

Quatro das crianças incluídas no estudo receberam o IC antes dos 2 anos de idade. Esses sujeitos apresentaram PEATE e EOA ausentes na avaliação pré-implante e foram submetidos à avaliação eletrofisiológica por meio do PEAAE e avaliação comportamental na ARV, conforme os resultados descritos na Tabela 12.

Todos esses sujeitos foram diagnosticados com perda auditiva congênita, sendo de etiologia genética em “J”, idiopática em “K” e “L” e devido à rubéola materna em “M”. A evolução da categoria de percepção de fala antes e após o IC está descrito na Tabela 12.

Todos os sujeitos receberam implante da marca Cochlear do lado direito. Os sujeitos “J” e “M” iniciaram a terapia fonoaudiológica antes da implantação e após a ativação do IC todos realizaram a terapia, sendo duas vezes por semana em “J”, “K” e “L”, e uma vez em “M”. Na reavaliação pós-implante todos os sujeitos mantiveram a atribuição de categoria de linguagem oral como 1.

Tabela 12 - Caracterização dos quatro sujeitos implantados até os 2 anos de idade

Suj	Sexo	Idade na implantação (a)	Limiar PEAAE*	Limiar ARV*	Limiar com IC*	Categoria de percepção de fala pré-IC	Categoria de percepção de fala pós-IC
J	Masculino	1;0	118,5	112,5	40	1	1
K	Masculino	2;0	↓	110	45	0	1
L	Masculino	1;8	110	105	40	0	2
M	Feminino	1;8	↓	92,5	67,5	0	1

* Referente aos limiares de 0,5; 1; 2 e 4 kHz quando presentes (na ausência, o valor não foi utilizado para cálculo). Dados em dB NA. Legenda: AASI = aparelho de amplificação sonora individual; ARV = audiometria com reforço visual; IC = Implante coclear; PEAAE = potencial evocado auditivo de estado estável; ↓ = limiar ausente.

6 DISCUSSÃO

6.1 A POPULAÇÃO DE ESTUDO

A população de estudo foi constituída por crianças com perda auditiva pré-lingual, implantadas em idade pré-escolar, ou seja, em um período considerado de maior sensibilidade para o desenvolvimento do sistema auditivo. Embora alguns estudos apontem que até os 3,5 anos de idade há maior plasticidade para diferenciação e especialização das áreas auditivas corticais (Sharma; Nash; Dorman, 2009), admite-se que esta faixa etária mais sensível possa se estender até por volta dos 06 anos (Egermont; Ponton, 2003; Sharma; Dorman, 2006). Neste estudo, a divisão de sujeitos entre aqueles menores e maiores de 3,5 anos, mediana de idade da amostra, não obteve diferenças significativas quanto aos resultados auditivos e de linguagem oral. Compreende-se, portanto, que se trata de uma amostra composta em seu total por crianças implantadas precocemente, fato a ser considerado na análise dos resultados auditivos e de expressão oral da linguagem obtidos.

A presença apenas de sujeitos com perda auditiva profunda evidencia o perfil das crianças implantadas no Centro em que se desenvolveu a pesquisa. A indicação e opção pelo IC em crianças pequenas com ausência de resposta ao PEATE, sem benefício funcional com uso de AASI e respostas à audiometria comportamental apenas em fortes intensidades é evidenciada em diversos estudos, considerando-se o benefício proporcionado pelo dispositivo nesta população (Carlson et al, 2014; Bushman; Adunka, 2017).

Tendo em conta o grau da perda auditiva dos sujeitos incluídos, o PEAEÉ é uma ferramenta que proporciona maior sensibilidade à mensuração da audição residual, conforme observado pela presença de resposta na maior parte dos sujeitos deste estudo. Se comparado a outro teste eletrofisiológico, observa-se que a resposta presente ao PEAEÉ na orelha que recebeu o IC supera em mais de 60% a presença de resposta ao PEATE com estímulo *click*. Este fato advém primeiramente da

diferença no limite superior de testagem dos exames e à possibilidade de estímulo em intensidades superiores a 100 dB NA no PEAAE. Em segundo lugar, à gama de frequências avaliadas na resposta do PEAAE, variável entre 0,5 e 4kHz quando comparado ao PEATE com estímulo *click*, este tem seu pico de frequência entre 2-4kHz (Rance et al., 1998; Swanepoel; Hugo, 2003; Kandongan; Dalgic, 2013). Por essa característica, o PEAAE demonstrou maior sensibilidade na detecção da audição residual, permitindo as análises que se desenvolveram neste estudo.

O PEAAE e o PEATE se diferenciam quanto ao estímulo sonoro aferente utilizado, quanto ao tipo de resposta registrada e quanto à análise conduzida. Para além da gama de frequências componente do estímulo auditivo, a taxa de repetição do sinal utilizada no PEATE ocorre em frequência inferior à frequência de modulação do estímulo no PEAAE. Quanto à análise de resposta, o PEATE registra e analisa o potencial eletrofisiológico quanto à latência e intervalo interpicos, ou seja, uma análise temporal. O PEAAE por sua vez registra a resposta estável produzida pela variação dos potenciais elétricos quanto à fase e amplitude. Essas diferenças técnicas nos dois procedimentos também podem influenciar a diferença nos registros obtidos, sendo necessário ponderar as especificidades de cada exame nas comparações realizadas.

É importante analisar inicialmente as características de desenvolvimento auditivo apresentadas pelos sujeitos desta pesquisa seis meses após a ativação do IC, se compatíveis com o esperado para crianças implantadas precocemente. Geal-Dor et al. (2013) descrevem em seu estudo que a obtenção dos limiares audiométricos em cinco frequências (0,25; 0,5; 1; 2 e 4 kHz) só é possível em média após 10 meses de uso do IC. Na amostra estudada, em 76,6% (n=36) das crianças foi mensurado o limiar audiométrico após aproximadamente seis meses de uso do IC, em ao menos três das frequências para cálculo da média. Porém, a média de limiar obtida ($44,4 \pm 12,4$ dB NA), superior à esperada para crianças com experiência com o IC, pode ser um indicativo da falta de maturidade para o fornecimento de respostas comportamentais consistentes e da não adequação do processo de ajuste e mapeamento do IC.

Quanto ao desenvolvimento da percepção de fala, a grande maioria dos sujeitos desta pesquisa (87,2%; n=41) foi capaz de detectar fala em intensidade normal após seis meses de ativação do dispositivo, de forma correlata a outro estudo que analisou crianças implantadas precocemente (Geal-Dor et al., 2013). A detecção de fala

corresponde à primeira categoria de percepção de fala na sequência do desenvolvimento infantil e em 38,3% (n=18) dos sujeitos era uma habilidade prévia ao uso do IC. A aquisição de níveis mais elevados de percepção de fala, como a discriminação de palavras por traços suprasegmentares (duração, tonicidade, etc.) só foi possível após o uso do dispositivo, embora atingida por um reduzido número de sujeitos (n=8; 17%) (Gráfico 7).

A habilidade de percepção de fala e o limiar auditivo com IC estiveram correlacionados, sugerindo que um maior benefício quantitativo obtido com o uso do dispositivo poderia se refletir em uma melhor performance em situações comunicativas. O adequado mapeamento do IC, dependente da resposta comportamental de cada criança para a obtenção de limiares fidedignos e em intensidades mais fracas, também proporciona simultaneamente uma priorização do sinal de fala e melhor percepção de fala (Seyle; Brown, 2002).

A linguagem oral expressiva evolui em conjunto com as habilidades de percepção de fala, conforme a correlação demonstrada neste e em outros estudos (Gordon et al., 2001; Gupta, 2012). Segundo Kosaner et al. (2013a) a produção das primeiras palavras se inicia aproximadamente após seis meses de uso do IC. Na população deste estudo, 27,7% (n=13) das crianças iniciaram a produção de palavras no período de até 10 meses após a ativação do dispositivo, e 8,5% (n=4) mantiveram a produção oral de palavras isoladas já manifestada antes da cirurgia. Nos demais sujeitos foi relatada a produção de balbucios e vocalizações indiferenciadas, manifestação frequente por volta de 3 a 4 meses após a implantação, resultados semelhantes aos descritos no estudo de Ertmen e Young (2012) ainda que sugira a aquisição mais lentificada da linguagem expressiva. Observa-se um significativo número de sujeitos com melhora na linguagem oral expressiva após a implantação, nesta população estudada, conforme vem sendo demonstrado na literatura (El-Hakin et al., 2001; Niparko et al; 2010).

A inserção de todas as crianças implantadas em terapia fonoaudiológica com enfoque auditivo-verbal, antes ou logo após a cirurgia, tem o objetivo de intervir diretamente na habilitação da linguagem oral receptiva e expressiva, a fim de levar à aquisição hierarquizada e funcional (Northern; Downs, 2002). Neste estudo, a intervenção fonoaudiológica iniciada previamente à implantação esteve correlacionada a um maior

desenvolvimento da linguagem expressiva. A terapia precoce poderia proporcionar o desenvolvimento de algumas habilidades auditivas e interacionais, apoiando-se na audição residual e nas demais habilidades cognitivas da criança, além de permitir a criação do vínculo terapeuta-paciente, fundamental para o sucesso terapêutico após a cirurgia.

6.2 O PEAE E A AVALIAÇÃO PRÉ-IMPLANTE COMO PREDITORES DA RESPOSTA AUDITIVA COM IMPLANTE COCLEAR

O objetivo principal deste estudo foi de verificar a influência do PEAE pré-operatório na resposta auditiva com o IC, aqui descrita pelo limiar auditivo e a categoria de percepção de fala. Apesar da correlação inicial observada tanto entre o limiar eletrofisiológico do PEAE e o limiar comportamental com implante, quanto entre a presença de registro do PEAE e a melhora na categoria de percepção de fala, esta análise isolada demonstrou-se fraca quando adicionada a idade de implantação, uma vez que houve diferença entre o limiar e registro do PEAE entre aquelas crianças maiores e menores que 3,5 anos.

A comparação efetuada neste estudo contrapõe a avaliação eletrofisiológica, objetiva, a uma avaliação comportamental com o IC, dependente da resposta voluntária da criança ao teste. Assim, o baixo fator de predição proporcionado pelo PEAE pode refletir não a ausência de relação entre os limiares auditivos pré e pós-implante, mas a diferença entre os dois métodos de avaliação.

Tal argumento é reforçado quando se realiza a adição dos demais testes audiológicos pré-implante para cálculo da predição do limiar auditivo e categoria de percepção de fala com IC. A inclusão do limiar audiométrico juntamente com a idade à implantação constituíram o melhor modelo de predição do limiar auditivo com IC.

A análise dos resultados à audiometria pré-implante é altamente difundida como critério de seleção para o IC, sendo de forma primária o teste utilizado para definição do grau da perda auditiva e da presença de audição residual. Embora não tenham sido localizados estudos que analisem diretamente o limiar auditivo com IC, a

audiometria tonal liminar e a presença de audição residual, esses fatores tem sido apontados como importantes para predição do desempenho com o IC (Blamey et al., 2001; El-Hakin et al, 2002; Gupta, 2012).

No entanto, embora esses autores apontem a correlação direta entre a audição residual pré-implante e a percepção de fala após a implantação, o presente estudo foi incapaz de construir um modelo eficaz para a predição da categoria de percepção de fala após seis meses de ativação do IC. O contraste deve-se possivelmente ao curto período de adaptação do implante quando comparado aos estudos citados, nos quais as crianças foram avaliadas até nove anos após a implantação.

A literatura neste tema é em sua maior parte constituída de artigos realizados com populações reduzidas e embora esteja presente a correlação apontada, o valor preditivo é baixo (Blamey et al., 2001). De forma similar, no presente estudo o uso da audiometria tonal liminar associada à idade de implantação foi capaz de prever menos de um quarto dos limiares auditivos com IC. Esse dado sugere que embora a avaliação audiológica pré-implante possa fornecer informações valiosas sobre as indicações do IC, seu valor preditivo sobre o resultado a curto prazo não é pleno.

Contrariamente a outros estudos (Gérard et al., 2010; Swami et al., 2013; Chen et al., 2015), fatores socioambientais como escolaridade dos pais, nível socioeconômico e o momento de início da terapia fonoaudiológica não obtiveram valor preditivo significativo no modelo. É importante considerar que a presença de correlação entre estes fatores nos estudos citados não foi suficiente para a total predição das habilidades auditivas pós-implantação. Chen et al. (2015) apontou que o efeito da escolaridade materna nos resultados com o IC é apenas indireto, por favorecer uma implantação mais precoce.

Em contrapartida, a idade de implantação incluída no modelo é um fator preponderante na literatura para predição do desempenho com IC (El-Hakin et al., 2002; Nicholas; Geers, 2007; Gupta, 2012; Swami et al, 2013; Chen et al., 2015). O melhor desempenho observado aqui por crianças mais velhas pode estar justificado pela avaliação com IC ter se constituído por testes comportamentais, supondo maior maturidade da criança para respostas ordenadas diante do estímulo auditivo. Para diferenciar se o melhor desempenho das crianças mais velhas está correlacionado à

idade de implantação ou à maturidade na avaliação pós-implante seria fundamental o acompanhamento longitudinal dos sujeitos desta pesquisa com reavaliações do desempenho auditivo e de linguagem expressiva por um maior período de tempo.

Essas informações levam à reflexão sobre a complexidade e particularidade do desenvolvimento auditivo com o IC, que abrangerá muito além da detecção do sinal sonoro proporcionada pelo dispositivo. O uso funcional da audição é dependente da integração da informação auditiva ao conhecimento adquirido pela criança, sendo dependente da qualidade da recepção sensorial e do estímulo proporcionado pelo ambiente e do desenvolvimento das vias centrais.

6.2.1 Comparação entre o limiar fisiológico mensurado pelo PEAAE e a audiometria tonal

O contraste na significância do modelo entre a resposta eletrofisiológica e a avaliação comportamental é acentuada quando comparados os limiares auditivos do pré-operatório utilizando-se dois testes distintos: o PEAAE e a audiometria tonal (ATL/ARV). No presente estudo a diferença entre as médias dos testes foi superior à 15 dB NA em quase metade dos sujeitos ($n=19$; 40,4%), com limiar eletrofisiológico inferior ao comportamental na maioria dos casos. Esse dado indica uma importante divergência entre as avaliações utilizadas, e pouca concordância na determinação do limiar auditivo. Apesar da diferença numérica observada, as médias dos limiares (0,5; 1; 2 e 4 kHz) se encontraram na classificação de perda auditiva profunda para todas as crianças – acima de 80 dB NA, segundo os critérios da OMS, independentemente do teste de referência.

A literatura aponta uma correlação mais próxima entre o limiar eletrofisiológico por frequência mensurado no PEAAE e o limiar da audiometria tonal. No estudo conduzido por Yang, Chen e Hwang (2008) o teste eletrofisiológico foi capaz de prever 95% das respostas à audiometria comportamental. Outros estudos apontam diferenças entre 5 e 12 dB nos limiares obtidos com cada teste (Rodrigues; Lewis, 2010; Chou et al., 2012; Beck et al., 2015; François et al., 2016) e correlação superior à 70% na

análise por frequência (Linares; Fialho; Martinez, 2010; Farias et al., 2014; Nuñez-Batalla et al., 2015; Venail et al., 2015).

A divergência observada nesta pesquisa em relação a outros estudos pode ser primeiramente decorrente de uma diferença maturacional das áreas auditivas centrais, da qual é dependente a produção do potencial elétrico captado durante a realização do exame. Há indicações de que até um ano de idade o limiar eletrofisiológico por frequência mensurado no teste pode estar cerca de 20 dB acima do limiar de adultos e, portanto, estabelecer uma relação diferente com o resultado comportamental (Picton et al., 2009). Ressalta-se, porém, que apenas duas crianças passaram pelo PEAAE antes de um ano de vida, e ambas tiveram diferença entre o teste eletrofisiológico e a audiometria comportamental inferior à 10 dB NA.

Uma segunda possibilidade para as diferenças observadas se refere à questão maturacional da resposta comportamental da criança e do condicionamento necessário para a avaliação por meio da audiometria. É provável que crianças pequenas com perda auditiva profunda apresentem inconsistências na resposta aos estímulos próximos ao limiar auditivo e tenham dificuldade no condicionamento da resposta motora ao estímulo, considerando a pouca presença deste em seu cotidiano.

6.3 O PEAAE NA PREDIÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE LINGUAGEM COM IMPLANTE COCLEAR

O desenvolvimento de linguagem oral expressiva está intimamente relacionado com a possibilidade de ouvir. A redução das situações de aprendizagem incidental e a incapacidade de detectar os padrões acústicos da fala ocasionam restritas situações de experiência de linguagem oral na criança com deficiência auditiva profunda, restringindo a aquisição e desenvolvimento da produção oral significativa e inteligível (Northern; Downs, 2002). De forma contrária, a audição residual poderia proporcionar algumas situações de experiência auditiva com a linguagem oral e favorecer a sua aquisição.

Esse fato se evidencia pela correlação apresentada em diversos estudos entre a presença de audição residual pré-implante e o desenvolvimento de linguagem oral após a implantação. Alguns autores indicam que a audição poderia proporcionar um melhor nível de linguagem oral antes mesmo da cirurgia, vantagem que seria mantida após o implante (Gérard et al., 2010; An; Kim; Chung, 2012). Outros estudos apontam uma maior taxa de aquisição de linguagem oral expressiva entre aqueles que tiveram alguma experiência auditiva antes da implantação (Szagun, 2001; Nicholas; Geers, 2007; Niparko et al., 2010), sugerindo algum efeito protetor da audição residual sobre as vias centrais responsáveis pelo estímulo linguístico.

Neste estudo, a medida da audição residual por meio do PEAAE não teve correlação significativa com o desenvolvimento de linguagem oral expressiva nos meses subsequentes à ativação do IC. Hipotetiza-se que o limiar auditivo eletrofisiológico mensurado no teste, pode não representar diretamente a habilidade de percepção auditiva e uso da audição em contextos significativos, criando um contraste entre capacidade e desempenho. Adicionalmente, todas as crianças tiveram limiares elevados, acima de 80 dB NA, de forma que as experiências auditivas de linguagem oral e fala a que poderiam ser expostos de forma incidental os sujeitos desta pesquisa, foram limitadas em todas as crianças e não apenas naquelas com ausência de limiar. Desta forma, a presença ou ausência de limiar eletrofisiológico em fortes intensidades não foi capaz de prever adequadamente o desenvolvimento de linguagem oral expressiva.

Vale destacar que a linguagem oral é uma habilidade cognitiva complexa, dependente das experiências proporcionadas pelo meio, da recepção dos estímulos e da possibilidade de interação entre o sujeito e seu ambiente. Portanto, o desenvolvimento da linguagem expressiva na criança usuária de IC está sujeito a inúmeros fatores que influenciem tanto os aspectos biológicos, como idade e outras deficiências (Nicholas; Geers, 2006; Geers; Nicholas; Moog, 2007; Gérard et al., 2010; Gupta, 2012;); quanto sociais como a escolaridade dos pais, nível socioeconômico, entre outros (Lederberg; Schick; Spencer, 2013; Swami et al., 2013; Chen et al, 2015).

Neste estudo, não foi possível isolar-se cada um dos fatores que agem sobre o desenvolvimento da linguagem oral expressiva, de forma que não se observou correlação direta entre os fatores biológicos e sociais e a melhora na linguagem oral

após a implantação. Como exceção, a inserção precoce em terapia fonoaudiológica, ou seja, o início da intervenção auditiva e de linguagem antes da cirurgia do IC, esteve correlacionada à um maior desenvolvimento na linguagem oral expressiva. Segundo Tobey et al. (2003) a melhor produção de fala é conseguida por meio de programas terapêuticos aural-oraís que contemplem quatro características: (a) uso da fala como primeira forma de comunicação; (b) foco na inteligibilidade de fala; (c) encorajamento ao correto uso de consoantes e vogais; (d) incentivo a estratégias conversacionais durante a terapia. Na intervenção com o paciente deficiente auditivo previamente ao IC é possível iniciar estímulos que proporcionem atenção ao som e à comunicação oral por pistas faciais e leitura de fala, a fim de alcançar um desenvolvimento oral mais rápido após a implantação. Por isso há indicação de início da terapia fonoaudiológica logo após o diagnóstico da perda auditiva (Bevilacqua; Filho; Martinho, 2004).

6.4 ANÁLISE DOS SUJEITOS COM PRESENÇA DE RESPOSTA AO PEATE

O PEATE-*click* mensura a resposta elétrica polifásica gerada nos núcleos auditivos do tronco encefálico mediante um estímulo auditivo do tipo *click* apresentado repetidamente no meato acústico externo. O equipamento permite testagem até 99 dB NA, com pico de frequência por volta de 2 e 4 kHz (Northern; Downs, 2002). Sua presença traz indícios sobre a preservação das vias auditivas periféricas e centrais, de forma objetiva.

Na amostra estudada, apenas cinco sujeitos (10,6%) apresentaram resposta ao PEATE quando em comparação ao PEAE, que esteve presente em 36 crianças (76,6%). Segundo Swanepoel e Hugo (2004), a possibilidade de alcançar limiares até 120 dB NA no PEAE permite que a resposta esteja presente em um maior número de sujeitos. Em seu estudo, 71% das respostas ao PEAE foi em intensidades superiores às medidas pelo PEATE em crianças com perda auditiva profunda. Esse resultado é corroborado por outros autores que apontam maior probabilidade de resposta presente no PEAE (Rodrigues; Lewis; Fichino, 2010; Kandongan; Dalgic, 2013).

Na análise dos limiares observa-se que, exceto para uma criança, os limiares do PEAAE estiveram até 7 dB acima ou abaixo do limiar do PEATE. Essa boa correlação entre os testes eletrofisiológicos já foi apontada em outros estudos, que sugerem sensibilidade similar (Roberson et al., 2003; Kuki et al., 2013) e boa correlação na análise isolada das frequências de 2 e 4 kHz (Linares; Filho; Martinez, 2010; Venail et al., 2015; François et al., 2016). Depreende-se, portanto, que os testes são complementares por permitir análises objetivas da audição residual de crianças com perda auditiva profunda durante o processo de avaliação pré-implante coclear.

Quanto ao desempenho auditivo e de linguagem oral expressiva após a implantação, a presença do PEATE não foi suficiente para garantir melhor prognóstico, o qual foi muito variável entre os sujeitos estudados.

6.5 ANÁLISE DOS SUJEITOS MENORES DE 2 ANOS

A recomendação pela intervenção precoce nos casos de perda auditiva vem ocasionando a cada dia mais cedo a opção pelo IC a fim de reestabelecer a via auditiva lesada e proporcionar um desenvolvimento próximo ao de crianças ouvintes. A indicação do IC para crianças menores de dois anos enfrenta alguns desafios como a seleção de testes audiológicos adequados para a faixa etária, que possam realizar o diagnóstico diferencial da perda auditiva; a necessidade de adaptação da técnica cirúrgica; os possíveis riscos cirúrgicos, entre outras dificuldades (Vlastarakos et al., 2010).

Nesta pesquisa, quatro crianças receberam o IC até os dois anos de idade. Todas apresentaram redução no limiar auditivo avaliado em exames comportamentais após a cirurgia, e três tiveram melhora mensurável na categoria de percepção de fala. Sendo que o sujeito que manteve a categoria de percepção de fala inicial foi aquele reavaliado mais jovem, com 1 ano e 7 meses de idade. Diversos estudos apontam que a implantação nesta faixa etária pode proporcionar uma velocidade de desenvolvimento auditivo e de linguagem superior ao de crianças implantadas nos anos subsequentes, com ênfase para a linguagem expressiva (Nicholas; Geers, 2007;

Szagun; Stumper, 2012; Leigh et al., 2013). Na avaliação após cerca de seis meses de implantação, neste estudo, não foi possível avaliar melhora na linguagem expressiva, potencialmente pelo curto período decorrido neste momento. Acredita-se que a melhora na percepção auditiva seja um bom indicativo do ritmo de aquisição de linguagem oral subsequente e, portanto, avalia-se um bom resultado entre as crianças implantadas precocemente.

6.6 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Este estudo desenhou-se sobre uma metodologia de obtenção indireta dos dados por meio da análise de registro dos prontuários. Este método apresenta a desvantagem de um menor controle sobre a aquisição dos dados e respostas dos sujeitos, ocasionando algumas lacunas e maior variabilidade no período de avaliação, intervenção e reavaliação. Aqui inclui-se a possibilidade de inclusão exclusivamente de dados coletados de maneira padronizada na instituição ao longo dos últimos anos. Assim, embora fosse de interesse desta pesquisa a inclusão de dados relativos a avaliações audiológicas diversas como o PEATE *tone burst* para análise por frequência específica do limiar eletrofisiológico, além de informações mais específicas sobre o processo terapêutico e participação familiar, essas são informações ausentes ou coletadas assistematicamente entre os sujeitos incluídos nesta pesquisa. Um protocolo desenvolvido especificamente para esse fim seria necessário a fim de evitar lacunas na obtenção de informações.

Vale ressaltar que o HC-FMRP conta com diversos profissionais na avaliação da criança com deficiência auditiva e embora haja padronização dos procedimentos empregados, pode esperar-se alguma variabilidade individual na análise subjetiva dos resultados e desempenho de cada sujeito.

Outra limitação considerada é o reduzido tempo decorrido entre a ativação do IC e a reavaliação de audição e linguagem oral expressiva, o que traz um viés quanto à análise do desenvolvimento da criança. Considerando-se o período de adaptação e refinamento da programação do IC, pondera-se que um período maior antes da reavaliação poderia fornecer importantes informações quanto ao desenvolvimento em

longo prazo das crianças submetidas ao IC e avaliar o real efeito da audição residual mensurada pelo PEAAE.

7 CONCLUSÕES

Não houve correlação direta entre o limiar eletrofisiológico mensurado por meio do PEAAE e a resposta auditiva após seis meses de uso do IC, quando analisados o limiar auditivo comportamental com IC ou a categoria de percepção de fala, em crianças com deficiência auditiva profunda pré-lingual, implantadas antes dos 6 anos de idade.

No estabelecimento de um modelo para determinação do limiar auditivo comportamental com IC, após seis meses da ativação do dispositivo, a idade de implantação e o limiar auditivo obtido na audiometria (ATL/ARV) pré-implante foram bons preditores do desempenho das crianças deste estudo, mas não foram suficientes para explicar a variabilidade nas manifestações pós-implante ou permitir o estabelecimento preciso do prognóstico audiológico.

Não foi possível o estabelecimento de um modelo significativo para determinação do prognóstico de percepção de fala das crianças implantadas utilizando-se as variáveis incluídas neste estudo, possivelmente devido à grande variabilidade da amostra.

O limiar eletrofisiológico auditivo mensurado por meio do PEAAE ou a presença de resposta ao exame não demonstrou correlação ao desenvolvimento da linguagem oral expressiva após a implantação. No entanto, sugere-se que o início da terapia fonoaudiológica previamente ao IC é um fator importante para o desenvolvimento da linguagem oral expressiva pós-implante.

Outros fatores biológicos e do dispositivo como o sexo, idade à perda de audição, etiologia da perda auditiva, lado de implantação, marca do IC; e as variáveis sociais: renda familiar, escolaridade dos pais e número de sessões de terapia fonoaudiológica semanal, não tiveram influência direta na melhora na categoria de percepção de fala ou de linguagem oral expressiva, nem no limiar auditivo com implante coclear.

REFERÊNCIAS¹

An YS, Kim ST, Chung JW. Preoperative voice parameters affect the postoperative speech intelligibility in patients with cochlear implantation. *Clin Exp Otorhinolaryngol*. 2012;5(Suppl1):s69–72.

Beck RMO, Grasel SS, Ramos HF, Almeida ER, Tsuji RK, Bento RF, et al. Are auditory steady-state responses a good tool prior to pediatric cochlear implantation? *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*; 2015;79:1257–62.

Bevilacqua MC, Delgado EMC, Moret ALM. Estudos de casos clínicos de crianças do Centro Educacional do Deficiente Auditivo (CEDAU) do Hospital de Pesquisa e Reabilitação de Lesões Lábio-Palatais - USP. XI Encontro Internacional de Audiologia; 30 mar-2 abr. 1996; Bauru, SP, Brasil. Bauru:Anais XI Encontro Internacional de Audiologia, 1996, p. 187.

Bevilacqua MC, Filho AOC, Martinho ACF. Implante Coclear. In: Ferreira LP, Befi-Lopes BM, Limongi SCO (org). *Tratado de Fonoaudiologia*. São Paulo: Roca, 2004. p.751-61.

Blamey PJ, Sarant JZ, Paatsch LE, Barry JG, Bow CP, Wales RJ, et al. Relationship among speech perception, production, languagr, hearing loss, and age in children with impaired hearing. *J speech, Lang Hear Res*. 2001;44:264–85.

Boscolo CC, Jardim FVS, Martins KVO, Galdino MC, Gatti VICS. *O deficiente auditivo em casa e na escola*. São José dos Campos: Pulso, 2005.

Bushman CA, Adunka OF. Medical considerations for infants and children with hearing loss: an otologist's perspective. In: Tharpe AM, Seewald R. *Comprehensive Handbook of pediatric audiology*. 2 ed. San Diego,CA: Plural. 2017. p.163-180.

Carlson ML, Sladen DP, Haynes DS, Driscoll CL, Dejong MD, Erickson HC, et al. Evidence for the Expansion of Pediatric Cochlear Implant Candidacy. *Otol Neurotol*. 2014;36:43–50.

Célia LS. Aquisição e desenvolvimento da linguagem na infância. In: *Aquisição e desenvolvimento Infantil (0-12 anos): um olhar multidisciplinar*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. p.27-36.

Chen M, Wang Z, Zhang Z, Li X, Wu W, Xie D, et al. Intelligence development of prelingual deaf children with unilateral cochlear implantation. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*; 2016;90:264–9.

Chen Y, Wong LLN, Zhu S, Xi X. A Structural Equation Modeling Approach to Examining Factors Influencing Outcomes with Cochlear Implant in Mandarin-Speaking. *Plos ONE*. 2015;10(9):e0136576.

¹ De acordo com Estilo Vancouver.

Chou Y-F, Chen P, Yu S, Wen Y-H, Wu H-P. Using multi-stimulus auditory steady state response to predict hearing thresholds in high-risk infants. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2012;269:73–9.

Cowan RS, DelDot J, Barker EJ, Sarant JZ, Pegg P, Dettman S, et al. Speech perception results for children with implants with different levels of preoperative residual hearing. *The American Journal of Otology*. 1997; 18:S125–6.

Dowell, R. C., Blamey, P. J., & Clark, G. M. Factors affecting outcomes in children with cochlear implants. XVI World Congress of Otolaryngology Head and Neck Surgery, 1997; Sydney, NSW, E.U.A.

Eggermont JOSJ, Ponton CW. Auditory-evoked Potential Studies of Cortical Maturation in Normal Hearing and Implanted Children : Correlations with Changes in Structure and Speech. *Acta Otolaryngol*. 2003;123:249–52.

El-Hakim H, Abdolell M, Mount RJ, Papsin BC, Harrison R V. Influence of age at implantation and residual hearing on speech outcome measures after cochlear implantation: binary partitioning analysis. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2002;111:102–8.

El-Hakim H, Levasseur J, Papsin BC, Panesar J, Mount RJ, Stevens D, et al. Assessment of vocabulary development in children after cochlear implantation. *Arch Otolaryngol - Head Neck Surg*. 2001;127:1053–9.

Ertmer DJ, Jung J. Prelinguistic Vocal Development in Young Cochlear Implant Recipients and Typically Developing Infants : one year of Robust Hearing Experience. *J Deaf Stud Deaf Educ*. 2012;17(1):116–32.

Ertmer DJ, Young NM, Nathani S. Profiles of vocal development in young cochlear implant recipients. *J Speech Lang Hear Res*. 2007;50(2):393–407.

Faes J, Gillis J, Gillis S. Syntagmatic and paradigmatic development of cochlear implanted children in comparison with normally hearing peers up to age 7. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*; 2015;79:1533–40.

Farias VB, Sleifer P, Pauletti LF, Krimberg CFD. Correlação dos achados do potencial evocado auditivo de estado estável e da avaliação auditiva comportamental em lactentes com perda auditiva sensorineural. *CoDAS*. 2014;26(3):226–30.

Fortunato-Queiroz CADEU. Reynel developmental language scales (RDLS): um estudo longitudinal em crianças usuárias de implante coclear [tese]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, Centro de Educação e Ciências Humanas; 2007.

François M, Dehan E, Carlevan M, Dumont H. Use of auditory steady-state responses in children and comparison with other electrophysiological and behavioral tests. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*. 2016;133(5):331–5.

Geal-dor M, Tranovsky Y, Boudilovsky E, Adelman C, Adler M, Levi H. Acquisition of early auditory milestones with a cochlear implant. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*; 2013;77:1852–5.

Geers AE. Techniques for assessing auditory speech perception and lipreading enhancement in young deaf children. *Volta Review*. 1994;96(5):85-96.

Geers AE, Nicholas JG, Moog JS. Estimating the Influence of Cochlear Implantation on Language Development in Children. *Audiol Med*. 2007;5(4):262–73.

Gérard JM, Deggouj N, Hupin C, Buisson AL, Monteyne V, Lavis C, et al. Evolution of communication abilities after cochlear implantation in prelingually deaf children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2010;74(6):642–8.

Gilley P, Sharma A, Dorman MF. Cortical reorganization in children with cochlear implants. *Brain Res*. 2008;1239:56–65.

Gordon KA, Twitchell KA, Papsin BC, Harrison R V. Effect of residual hearing prior to cochlear implantation on speech perception in children. *J Otolaryngol*. 2001;30(4):216–23.

Grasel SS, Almeida ER De, Miquelino R, Beck DO, Goffi-gomez MVS, Ramos HF, et al. Are Auditory Steady-State Responses Useful to Evaluate Severe-to-Profound Hearing Loss in Children? *Biomed Res Int*. 2015;2015:1–7.

Gupta D. A predictive model for outcome of cochlear implantation in children below the age of 5 years: A multivariate analysis in Indian scenario. *Indian J Otol*. 2012;18(3):129–35.

Houston DM. Infant Speech Perception. In: Tharpe AM, Seewald R. *Comprehensive Handbook of pediatric audiology*. 2 ed. San Diego,CA: Plural. 2017. p 49-66.

Kandogan T, Dalgic A. Reliability of Auditory Steady-State Response (ASSR): Comparing Thresholds of Auditory Steady-State Response (ASSR) with Auditory Brainstem Response (ABR) in Children with Severe Hearing Loss. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2013;65(Suppl 3):s604–7.

Korczak P, Smart J, Delgado R, Strobel TM, Bradford C. Tutorial Auditory Steady-State Responses. *J Am Acad Audiol*. 2012;23:146–70.

Kosaner J, Sonuguler S, Olgun L, Amann E. Young cochlear implant users' auditory development as measured and monitored by the LittleEARS Auditory Questionnaire: A Turkish experience. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2013;77:1359–63.

Kosaner J, Uruk D, Kilinc A, Ispir G, Amann E. An investigation of the first lexicon of Turkish hearing children and children with a cochlear implant. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2013;77:1947–54.

Kral A, Hartmann R, Tillein J, Heid S, Klinke R. Delayed Maturation and Sensitive Periods in the Auditory Cortex. *Audiol Neurotol*. 2001;6:346–62.

Kuki S, Chadha S, Dhingra S, Gulati A. The Role of Current Audiological Tests in the Early Diagnosis of Hearing Impairment in Infant. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2013;65(3):244–50.

Lederberg AR, Schick B, Spencer PE. Language and Literacy Development of Deaf and Hard-of-Hearing Children: Successes and Challenges. *Dev Psychol.* 2013;49(1):15–30.

Leigh J, Dettman S, Dowell R, Briggs R. Communication Development in Children Who Receive a Cochlear Implant by 12 Months of Age. *Otol Neurotol.* 2013;34:443–50.

Lew J, Purcell AA, Doble M, Lim LH. Hear here: Children with hearing loss learn words by listening. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*; 2014;78:1716–25.

Linares AE, Filho OAC, Martinez MANS. Auditory steady state response in pediatric audiology. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2010;76(6):723–8.

Loundon N, Busquet D, Roger G, Moatti L, Garabedian EN. Audiophonological results after cochlear implantation in 40 congenitally deaf patients: Preliminary results. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2000;56(1):9–21.

Moeller MP, Hoover B, Putman C, Arbataitis K, Bohnenkamp G, Peterson B, et al. Vocalizations of Infants with Hearing Loss Compared with Infants with Normal Hearing : Part II – Transition to Words. *Ear Hear.* 2007;28(5):628–42.

Moeller MP, Hoover B, Putman C, Arbataitis K, Bohnenkamp G, Peterson B, et al. Vocalizations of Infants with Hearing Loss Compared with Infants with Normal Hearing : Part I – Phonetic Development. *Ear Hear.* 2007;28(5):605–27.

Moore JK, Linthicum FHJ. The human auditory system : A timeline of development. *Int J Audiol.* 2007;46:460–78.

Nicholas, Geers. Effects of early auditory experience on the spoken language of deaf children at 3 years of age. *Ear Hear.* 2006;27(3):286–98.

Nicholas JG, Geers AE. Will They Catch Up? The Role of Age at Cochlear Implantation In the Spoken Language Development of Children with Severe- Profound Hearing Loss. *J Speech Lang Hear Res.* 2007;50(4):1048–62.

Niparko JK, Tobey EA, Thal DJ, Eisenberg LS, Wang N, Quittner AL, et al. Spoken Language Development in Children Following Cochlear Implantation. *JAMA.* 2010;303(15):1498–506.

Northern JL, Downs MP. *Audição na Infância.* 5 ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins. 2002. 359p.

Núñez-Batalla F, Noriega-Iglesias S, Guntín-García M, Carro-Fernández P, Llorente-Pendás JL. Auditory-steady-state Response Reliability in the Audiological Diagnosis After Neonatal Hearing Screening. *Acta Otorrinolaringol Esp.* 2016;67(4):193–200.

Pianesi F, Scorpecci A, Giannantonio S, Micardi M, Resca A, Marsella P. Prelingual auditory-perceptual skills as indicators of initial oral language development in deaf children with cochlear implants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*; 2016;82:58–63.

Picton TW, John MS, Dimitrijevic A, Purcell D. Human auditory steady-state responses. *Int J Audiol.* 2003;42(4):177–219.

Pulsifer MB, Salorio CF, Niparko JK. Developmental, Audiological, and Speech Perception Functioning in Children After Cochlear Implant Surgery. *Arch pediatr adolesc med*. 2003;157:552–8.

Rance G, Dowell RC, Rickards FW, Beer DE, Clark GM. Steady-state evoked potential and behavioral hearing thresholds in a group of children with absent click-evoked auditory brain stem response. *Ear Hear*. 1998;19(1):48–61.

Rance G, Tomlin D. Maturation of Auditory Steady-State Responses in Normal Babies. *Ear Hear*. 2006;27(1):20–9.

Ribeiro FGSM. Estudo das respostas para o potencial evocado auditivo de estado estável em lactentes [Tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina; 2008.

Roberson JBJ, O'Rourke C, Stidham KR. Auditory steady-state response testing in children: Evaluation of a new technology. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2003;129(1):107–13.

Rodrigues GRI, Lewis DR, Fichino SN. Potenciais Evocados Auditivos de Estado Estável no diagnóstico audiológico infantil: uma comparação com os Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico. *Braz J Otorhinolarygol*. 2010;76(1):96–101.

Rodrigues GRI, Lewis DR. Potenciais evocados auditivos de estado estável em crianças com perdas auditivas cocleares. *Pró-Fono Rev Atualização Científica*. 2010;22(1):37–42.

Schramm B, Bohnert A, Keilmann A. Auditory , speech and language development in young children with cochlear implants compared with children with normal hearing. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2010; 74:812–9.

Seyle K, Brown CJ. Speech Perception Using Maps Based on Neural Response Telemetry Measures. *Ear Hear*. 2002;23(suppl1):s72–9.

Sharma A, Dorman MF. Central auditory development in children with cochlear implants: clinical implications. *Adv Otorhinolaryngol*. 2006;64:66–88.

Sharma A, Nash AA, Dorman M. Cortical development, plasticity and re-organization in children with cochlear implants. *J Commun Disord*. 2009;42:272–9.

Silva LAF, Couto MIV, Magliaro FCL, Tsuji RK, Bento RF, Carvalho ACM, et al. Cortical maturation in children with cochlear implants: Correlation between electrophysiological and behavioral measurement. *PLoS One*. 2017;12(2):e0171177.

Sininger YS, Grimes A, Christensen BA. Auditory Development in Early Amplified Children: Factors Influencing Auditory-Based Communication Outcomes in Children with Hearing Loss. *Ear Hear*. 2010;31(2):166–85.

Smith RJH, Bale Jr JF, White KR. Sensorineural hearing loss in children. *Lancet*. 2005;365: 879–90.

Stueve MP, Rourke CO. Estimation of Hearing Loss in Children: Comparison of Auditory Steady-State Response, Auditory Brainstem Response, and Behavioral Test Methods. *Am J Audiol*. 2003;12:125–36.

Swami H, James E, Sabrigirish K, Singh SK, Ohal M. A study to determine factors influencing outcomes of paediatric cochlear implants. *Med J Armed Forces India*. 2013;69:366–8.

Swanepoel D, Hugo R. Estimations of auditory sensitivity for young cochlear implant candidates using the ASSR : preliminary results. *Int J Audiol*. 2004;43:377–82.

Szagun G. Language acquisition in children with cochlear implant: Individual developmental differences and implications for conceptions of a “sensitive phase.” *Audiol Neuro-otol*. 2001;6:288–97.

Szagun G, Stumper B. Age or experience? Influence of age at implantation and social and linguistic environment on language development in children with cochlear implants. *J speech, Lang Hear Res*. 2012;55:1640–54.

Van Maanen A, Stapells DR. Multiple-ASSR Thresholds in Infants and Young Children with Hearing Loss. *J Am Acad Audiol*. 2010;21:535–45.

Venail F, Artaud JP, Blanchet C, Uziel A, Mondain M. Refining the audiological assessment in children using narrow-band CE-Chirp-evoked auditory steady state responses. *Int J Audiol*. 2015;54(2):106–13.

Vlastarakos P V, Candiloros D, Papacharalampous G, Tavoulari E, Kampessis G, Mochloulis G, et al. Diagnostic challenges and safety considerations in cochlear implantation under the age of 12 months. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2010;74:127–32.

Wolfe J, Schafer EC. *Programming Cochlear Implants*. San Diego: Plural Publishing Inc, 2010. 139p.

Yang C, Chen H, Hwang C. The prediction of hearing thresholds with auditory steady-state responses for cochlear implanted children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2008;72(5):609–17.

Zwolan TA, Zimmerman-Phillips S, Ashbaugh CJ, Hieber SJ, Kileny PR, Telian SA. Cochlear implantation of children with minimal open-set speech recognition skills. *Ear Hear*. 1997;18(3):240–51.