

**Universidade de São Paulo
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto**

2022

**Relação do domínio das habilidades auditivas com o
desempenho em tarefas envolvendo as funções
neuropsicológicas em crianças com deficiência auditiva**



**Jefferson Vilela da Silva
Lima**

Dissertação

JEFFERSON VILELA DA SILVA LIMA

Relação do domínio das habilidades auditivas com o desempenho em tarefas envolvendo as funções neuropsicológicas em crianças com deficiência auditiva

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Orientadora: Profa. Dra. Ana Cláudia Mirândola Barbosa Reis

Ribeirão Preto
2022

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.

Lima, Jefferson Vilela da Silva

Relação do domínio das habilidades auditivas com o desempenho em tarefas envolvendo as funções neuropsicológicas em crianças com deficiência auditiva: Ribeirão Preto, 2022.

130 p: il.27; 30 cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Fisioterapia

Orientador: Reis, Ana Cláudia Mirândola Barbosa.

1. Perda auditiva 2. Implantes cocleares. 3. Auxiliares de audição. 4. Percepção de fala. 5. Cognição.

LIMA, J.V.S. Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências. **Relação do domínio das habilidades auditivas com o desempenho em tarefas envolvendo as funções neuropsicológicas em crianças com deficiência auditiva.** 2022. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2022.

Aprovado em: 07/03/2023

Banca Examinadora

Prof.(a). Dr.(a). Ana Cláudia Mirândola Barbosa Reis

Instituição: Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo

Julgamento: _____

Prof.(a). Dr.(a). Eliane Schochat

Instituição: Faculdade de Medicina – Universidade de São Paulo

Julgamento: _____

Prof.(a) Dr.(a). Maria Francisca Colella-Santos

Instituição: Faculdade de Ciências Médicas – Universidade Estadual de Campinas

Julgamento: _____

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Cicero e Leticia, à minha irmã Jéssica e à minha sobrinha Manuela, por estarmos sempre de mãos dadas, caminhando juntos. Sem vocês nada poderia ser! Obrigado por sonharem mais um sonho comigo, e por serem incansáveis na arte do amar e do cuidar.

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me sustentado até aqui.

Agradeço a todos os professores que antecederam a essa jornada, que plantaram e fizeram germinar esta semente. Nem nos meus melhores sonhos, um dia pensei que estaria aqui onde estou, podendo aprender e compartilhar conhecimento dentro da melhor Universidade da América Latina. Meu muito obrigado em especial à Cristiane Fregonesi, Márcia Lucena, Ananda Dutra e Ana Ruas que foram presentes que a vida me deu.

À minha orientadora, Profa. Dra. Ana Cláudia Mirândola Barbosa Reis, por ter aceitado trilhar este caminho comigo. Lhe disse uma vez que sou grato demais por essa parceria que me rendeu frutos profissionais e pessoais. Este não foi um percurso fácil, sabemos o quão duro foi fazer ciência durante o período pandêmico. Obrigado por acreditar em mim, quando nem eu mesmo acreditava, e por ter me acolhido tão bem em Ribeirão Preto.

Aos colegas de laboratório, Caroline Favaretto, Carolina Bueno, Karina Berzuini, Ysa Macambira, Matheus Carvalho, Maria Stella Arantes, Nelma Zamberlan-Amorim, por termos compartilhado tantos momentos de aprendizado em nossos encontros semanais. E aos funcionários do CEOF, em especial à Ana, que me auxiliou muito na reta final da coleta, e também a equipe de Fonoaudiologia do Programa de Saúde Auditiva, Carla Queiroz, Carla Dias, Francine Raquel, e em especial a Daniela Soares, que esteve sempre de prontidão para me ajudar.

Agradeço aos meus amigos, em especial à Jú e Fábio, e aos familiares por todo apoio e por terem escutado minhas lamentações e angústias. E aos novos amigos, em especial a Francine Raquel e Luara Rezende por todo incentivo moral nesta reta final.

Agradeço à Universidade de São Paulo, à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, ao Programa de Pós-Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional, e a CAPES. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

E por fim, mas não menos importante, aos cuidadores, e pacientes que aceitaram compor a amostra deste estudo. Meu sincero agradecimento por colaborarem, e me permitem concretizar este estudo.

NORMATIZAÇÃO ADOTADA

Esta dissertação está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento da publicação

Referências: ABNT

Universidade de São Paulo. Agência USP de Gestão da Informação Acadêmica Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP: parte I (ABNT) / Agência USP de Gestão da Informação Acadêmica; Vânia Martins Bueno de Oliveira Funaro, coordenadora; Vânia Martins Bueno de Oliveira Funaro... [et al.]. -- 4. ed. - - São Paulo: AGUIA, 2020. 76p.: il. -- (Cadernos de estudos; 9)

RESUMO

LIMA, J. V. S. **Relação do domínio das habilidades auditivas com o desempenho em tarefas envolvendo as funções neuropsicológicas em crianças com deficiência auditiva.** 2022. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2022.

Introdução: Tem se proposto que um período de privação auditiva tem efeitos secundários para além do sistema auditivo, afetando o desenvolvimento de processos cognitivos de alto nível. Estudos têm demonstrado que crianças com deficiência auditiva usuárias de dispositivos eletrônicos auxiliares à audição apresentam déficits em várias funções cognitivas. Desta forma, compreender a relação entre as habilidades auditivas e neurocognitivas se faz necessário, uma vez que estas funções subsidiam o processamento da informação. **Objetivo:** Verificar a correlação entre as habilidades auditivas e de linguagem com o desempenho nas tarefas do teste de avaliação neuropsicológicas. **Material e métodos:** Submetido e aprovado pelo CEP (22611119.6.0000.5440). Estudo analítico, observacional, transversal. A casuística formada por 24 sujeitos usuários de dispositivo eletrônico (AASI e/ou IC) com perda sensorioneural pré-lingual e em abordagem terapêutica auricular com média de idade cronológica de 12.69 anos (± 2.07) e média de idade auditiva de 9.51 anos (± 2.33). Foram realizadas avaliação do desempenho auditivo por meio de testes comportamentais (limiar auditivo tonal e testes de fala - GASP e TPF) e teste objetivo (PEALL - P1 e MMN), aplicação de questionários parentais para avaliar o desenvolvimento da auditivo e comunicação oral (IT-MAIS, MUSS, PEACH) e avaliação das funções neuropsicológicas por meio do Instrumento de Avaliação Breve Infantil. Os sujeitos também foram classificados conforme suas habilidades auditiva e de linguagem. **Resultados:** Maior parte dos sujeitos foram classificados na categoria máxima de audição e de linguagem, e apresentaram melhores desempenho na avaliação das funções neurocognitivas, entretanto, os escores foram representativos de déficit. De forma geral, o desempenho em cinco das oito funções neuropsicológicas avaliadas foi sugestivo de déficit, com melhores desempenhos para tarefas de input visual. A compreensão auditiva correlacionou-se positivamente com funções de orientação, memória semântica, linguagem. Não foram observadas diferenças entre as derivações na avaliação eletrofisiológica. A latência do componente P1 apresentou correlação com o teste de percepção de fala. As medidas de latência do P1 apresentaram correlação negativa com as funções neuropsicológicas de orientação, atenção auditiva, percepção, memória de trabalho, memória de longo prazo, e linguagem, enquanto as medidas de amplitude apresentaram correlação positiva com as funções de orientação, atenção, memória de curto e longo prazo, linguagem e função executiva. Já para o MMN observamos relação inversa, sendo positiva correlação entre a latência e a memória, e negativa entre a amplitude e a linguagem. **Conclusão:** Apesar de o domínio das habilidades auditivas e de linguagem permitirem melhores desempenhos nas tarefas neuropsicológicas, a performance geral sugere déficits em diversas funções neurocognitivas.

Palavras-chave: Perda auditiva. Implantes cocleares. Auxiliares de audição. Percepção de fala. Cognição

ABSTRACT

LIMA, J. V. S. **Relationship of auditory skill mastery to performance on tasks involving neuropsychological functions in hearing-impaired children.** 2022. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2022.

Introduction: It has been proposed that a period of auditory deprivation has secondary effects beyond the auditory system affecting the development of high-level cognitive processes. Some studies have shown that hearing impaired children using hearing aids and/or cochlear implants tend to experience deficit in various cognitive functions. Therefore, it is necessary to understand the relationship between auditory and neurocognitive abilities, since these functions support information processing.

Objective: Verify the correlation between auditory and language skills and performance on neuropsychological assessment test tasks. **Materials and Methods:** Ethics approval for this study was approved by the Human Research Ethics Committee at the HCFMRP-USP (22611119.6.0000.5440). Analytical, observational, cross-sectional study. The sample consist of 24 hearing aids and/or cochlear implants users, with sensorineural hearing loss, attending to rehabilitation in aurioral approach, with mean chronological age of 12.69 (± 2.07) years and with mean hearing age of 9.51 (± 2.33) years. Data collection involved assessment of auditory performance through behavioral measures (hearing threshold and speech perception tests - GASP and TPDF) and objective measures (LLAEP - P1 and MMN), application of parental questionnaires to assess the child's auditory development and oral communication (IT-MAIS, MUSS, PEACH), and assessment of neuropsychological functions through Child Brief Neuropsychological Assessment Battery (NEUPSILIN-Inf). **Results:** The majority of subjects were classified in the highest category of hearing and language, and presented better performance in the assessment of neurocognitive functions, although the results were representative of deficit. Overall, performance on five of the eight neuropsychological functions assessed were suggestive of deficit, with better performances on visual tasks. Auditory comprehension correlated positively with orientation, semantic memory, and language functions. No differences were observed between CzA1 and CzA2 in the electrophysiological evaluation. P1 latency showed correlation with the speech perception test. P1 latency measurements correlated negatively with the neuropsychological functions of orientation, auditory attention, perception, working memory, long-term memory, and language, whereas amplitude measurements correlated positively with the functions of orientation, attention, short-term and long-term memory, language, and executive function. For MMN we observed an inverse relationship, with a positive correlation between latency and memory and a negative one between amplitude and language. **Conclusion:** Despite the fact that mastery of auditory and language skills allows better performance in neuropsychological tasks, overall performance suggests impairment in several neurocognitive functions.

Keywords: Hearing loss. Cochlear implants. Hearing aids. Speech perception. Cognition.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização sociodemográfica.....	50
Tabela 2 - Caracterização dos dados e histórico auditivos.....	51
Tabela 3 - Medida descritiva do desempenho nos testes de percepção de fala.....	52
Tabela 4 - Correlação entre audibilidade e testes de percepção de fala	52
Tabela 5 - Resultado dos questionários IT-MAIS, MUSS e PEACH (n=23).....	53
Tabela 6 – Classificação das habilidades auditivas por categorias (n=24).....	53
Tabela 7 - Classificação das habilidades de linguagem oral por categorias (n=24) .	54
Tabela 8 - Médias de latência e amplitude entre as derivações CzA1 e CzA2 do componente P1	54
Tabela 9 - Médias de latência e amplitude entre as derivações CzA1 e CzA2 do MMN	55
Tabela 10 - Correlação entre PEALL e testes de percepção de fala	56
Tabela 11 - Correlação entre PEALL e os questionários parentais	56
Tabela 12 – Média e desvio padrão do desempenho dos participantes na avaliação neuropsicológica breve	57
Tabela 13 - Análises de correlação significativa entre a idade auditiva e o desempenho neuropsicológico	59
Tabela 14 - Desempenho dos participantes, agrupados por categoria de audição e linguagem, na avaliação das funções de orientação, atenção e percepção	60
Tabela 15 - Desempenho dos participantes, agrupados por categoria de audição e linguagem, na avaliação da função de memória	61
Tabela 16 - Desempenho dos participantes, agrupados por categoria de audição e linguagem, na avaliação da função de linguagem.....	63
Tabela 17 - Desempenho dos participantes, agrupados por categoria de audição e linguagem, na avaliação da função de habilidades visuoespaciais e de aritmética	64
Tabela 18 - Desempenho dos participantes, agrupados por categoria de audição e linguagem, na avaliação das funções executivas.....	65
Tabela 19 - Correlação significativa entre as variáveis do componente P1 e o desempenho nas tarefas neuropsicológicas	67

Tabela 20 - Correlação significativa entre as variáveis do Mismatch Negativity e o desempenho nas tarefas neuropsicológicas68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Sumarização da classificação das habilidades auditivas e de linguagem por categoria	40
Quadro 2 - Parâmetros para aquisição do PEALL – P1 e MMN.....	43
Quadro 3 - Habilidades e componentes avaliados, descrição da aplicação e dos estímulos e pontuação mínima e máxima das tarefas do NEUPSILIN-Inf	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Interação da área cortical auditiva com os diferentes centros das funções neuropsicológicas.....	25
Figura 2 - Ilustração esquemática dos potenciais evocados auditivos	28
Figura 3 - Ilustração esquemática da disposição dos eletrodos na região cefálica, segundo Sistema Internacional 10-20 e sua conexão com às entradas do pré-amplificador	42
Figura 4 - Exemplo de registro eletrofisiológico da referência CzA1 e CzA2 do componente P1 e MMN.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

%	Percentage
μV	Microvolts
°	Grau
\leq	Menor ou igual
ρ	Coeficiente de correlação de Spearman.
Ω	Ohm
A1	Orelha esquerda
A2	Orelha direita
AASI	Aparelho de Amplificação Sonora Individual
ATHOS	Apoio a Atenção Hospitalar/Ambulatorial
CEOF	Centro Especializado de Otorrinolaringologia e Fonoaudiologia
Cm	Centímetros
DA	Deficiência Auditiva
dB	Decibel
dB NA	Decibel Nível de Audição
dB NPS	Decibel Nível de Pressão Sonora
DEAA	Dispositivo Eletrônico Auxiliar à Audição
DP	Desvio Padrão
F	Feminino
GASP	<i>Glendonald Auditory Screening Procedure</i>
HCFMRP-USP	Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
Hz	Hertz
IA	Idade Auditiva
IC	Implante Coclear
IDC	Inventário MacArthur de Desenvolvimento Comunicativo
IT-MAIS	<i>Infant Toddler: Meaningful Auditory Integration Scale</i>
K	Quilo
K Ω	Quilo ohms
LA	Limiar Auditivo
LOF	Leitura Orofacial
M	Metro
M	Masculino
Máx	Máximo
Mín	Mínimo
MMN	<i>Mismatch Negativity</i>
ms	Milissegundos
MUSS	<i>Meaningful Use of Speech Scales</i>
n	Número de sujeitos
NAMES	<i>Nottingham Auditory Milestones</i>
NEUPSILIN-Inf	Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Infantil
NPS	Nível de pressão sonora
OD	Orelha direita
OE	Orelha esquerda
P	Prova
p	P-valor
PEA	Potencial evocado auditivo
PEACH	<i>Parent's Evaluation of Aural/Oral Performance of Children</i>

PEATE	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico
PEAML	Potencial Evocado Auditivo de Média Latência
PEALL	Potência Evocado Auditivo de Longa Latência
RDLS	<i>Reynell Development Language Scale</i>
RS	Rio Grande do Sul
SAC	Sistema auditivo central
SP	São Paulo
TACAM	Teste de Avaliação da Capacidade Auditiva Mínima
TAN	Triagem Auditiva Neonatal
TEAB	Tempo de estimulação auditiva bilateral
TPFF	Teste de Percepção de Fala com Figura
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1	PRIVAÇÃO AUDITIVA E SEUS IMPACTOS A NÍVEL CORTICAL	21
2.2	DISPOSTIVOS ELETRÔNICOS AUXILIARES À AUDIÇÃO E O DESENVOLVIMENTO DAS HABILIDADES AUDITIVAS E DE LINGUAGEM	22
2.3	HABILIDADES NEUROCOGNITIVAS EM CRIANÇAS COM DEFICIÊNCIA AUDITIVA	24
2.4	POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE LONGA LATÊNCIA	27
2.4.1	MMN e as habilidades cognitivas	31
3	OBJETIVOS	33
3.1	OBJETIVO GERAL	33
3.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	33
4	MATERIAL E MÉTODOS	34
4.1	DELINEAMENTO METODOLÓGICO	34
4.2	CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	34
4.3	CASUÍSTICA	34
4.3.1	Critérios de inclusão e exclusão	35
4.4	PROCEDIMENTOS	35
4.4.1	Coleta de dados documental	35
4.4.2	Avaliação auditiva comportamental	36
4.4.2.1	Audiometria em campo livre	36
4.4.2.2	Teste de percepção de fala	36
4.4.2.2.1	<i>Glendonald Auditory Screening Procedure (GASP)</i>	

4.4.2.2	Teste de percepção de fala com figura (TPFF)	37
4.4.3	Questionários parentais de avaliação das habilidades auditivas e de linguagem	37
4.4.3.1	Escala de Integração Auditiva Significativa para Crianças (IT-MAIS)	38
4.4.3.2	Questionário de avaliação da linguagem oral (MUSS)	38
4.4.3.3	Avaliação aural/oral do desempenho da criança pelos pais (PEACH)	39
4.4.4	Categorias de audição e categorias de linguagem	40
4.4.4.1	Categorias de Audição	40
4.4.4.2	Categorias de Linguagem	40
4.4.5	Avaliação eletrofisiológica da audição: Potencial evocado auditivo de longa latência (P1 e MMN)	41
4.4.6	Avaliação das funções neuropsicológicas	44
4.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA	49
5	RESULTADOS	50
5.1	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	50
5.2	TESTE DE PERCEPÇÃO DE FALA	52
5.3	QUESTIONÁRIOS PARENTAIS	52
5.4	CATEGORIA DE AUDIÇÃO E LINGUAGEM	53
5.5	POTENCIAL EVOCADO DE LONGA LATÊNCIA – P1 E MMN	54
5.6	FUNÇÕES NEUROCOGNITIVAS - NEUPSILIN-Inf	57
5.6.1	Perfil neuropsicológico, testes de percepção de fala e categorias de audição e linguagem	60
5.6.2	Correlação das funções cognitivas com os potenciais evocados auditivos de longa latência	66
6	DISCUSSÃO	69
6.1	PERCEPÇÃO DE FALA	69
6.2	POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE LONGA LATÊNCIA	71

6.2.1	Componente P1	71
6.2.2	Mismatch Negativity	73
6.3	FUNÇÕES NEUROCOGNITIVAS	75
6.3.1	Desempenho nas tarefas cognitivas	75
6.3.1.1	Atenção	77
6.3.1.2	Memória.....	78
6.3.1.3	Linguagem.....	80
6.3.1.4	Habilidades visuoespaciais	81
6.3.1.5	Função executiva.....	81
6.3.2	Correlação com as categorias de audição e linguagem	83
6.3.3	Correlação do desempenho neuropsicológico com as medidas eletrofisiológicas	84
7	LIMITAÇÕES	86
8	CONCLUSÕES	87
	REFERÊNCIAS	89
	APÊNDICES	105
	ANEXOS	113

1 INTRODUÇÃO

A audição é o sistema sensorial que permite a relação percepto-auditiva do indivíduo com o meio e exerce papel essencial para o desenvolvimento humano, principalmente quanto aos aspectos de fala, linguagem, cognição, socialização e desempenho acadêmico (LEWIS; RACA; BEVILACQUA, 1987).

O curso de desenvolvimento das habilidades auditivas, vinculadas ao sistema auditivo central (SAC), ocorre de forma gradativa ao longo da vida. Entretanto, os primeiros anos de vida são considerados período crítico e sensível para a maturação do SAC, e este está diretamente relacionado à exposição ao *input* auditivo frequente e apropriado. Portanto, a privação sensorial durante este período de maior plasticidade pode levar à alteração significativa da formação de redes neurais e funcionais, e conseqüentemente levar a reorganização do sistema auditivo (GLICK; SHARMA, 2017; SHARMA; CAMPBELL, 2011).

A fim de minimizar os impactos causados pela deficiência auditiva (DA) e aproveitar a janela de desenvolvimento, notabiliza-se a relevância do Programa de Triagem Auditiva Neonatal (TAN) para a identificação, diagnóstico e intervenção no intervalo preconizado pelo comitê nacional e internacional (JOINT COMMITTEE ON INFANT HEARING, 2019; LEWIS et al., 2010).

A combinação da identificação precoce combinada a intervenção por meio dos recursos tecnológicos como o Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI) para indivíduos com perda auditiva neurossensorial de grau leve a severo, e o Implante Coclear (IC) para indivíduos com perda neurossensorial de grau severo a profundo são amplamente considerados e indicados (DUNN et al., 2014). O AASI tem a função de amplificar os sons de modo a permitir a estimulação da audição residual e o IC permite acesso aos sons por meio da estimulação elétrica direta das células ganglionares do nervo auditivo. O uso dos dispositivos eletrônicos auxiliares à audição (DEAA) devem ser buscados não só como uma forma de garantir o *input* auditivo, mas associado à reabilitação auditiva, permitem o desenvolvimento cortical de ordem superior, das habilidades auditivas, e portanto asseguram a reorganização cortical e os resultados funcionais relacionados à estimulação auditiva fornecida, evitando assim a plasticidade compensatória entre modalidades visuais e somatossensorial (GLICK; SHARMA, 2017).

Quanto à restauração da experiência auditiva por meio de DEAA, embora deteriorada em relação à performance sensorial normal, observa-se consenso na literatura quanto aos benefícios dos dispositivos para o desenvolvimento das habilidades auditivas e de linguagem em crianças com DA pré-lingual, principalmente quando a intervenção é realizado ainda nos anos iniciais (KRAL et al., 2016; KRAL; DORMAN; WILSON, 2019; TANAMATI; COSTA; BEVILACQUA, 2011). Há na literatura o registro de diversos fatores sociodemográficos, das particularidades relacionadas à perda auditiva, de participação familiar no processo de reabilitação, e aos dados audiológicos que estão associados à melhores resultados em crianças que apresentaram diagnóstico e intervenção precoces. Entre estes fatores podemos elencar, a etiologia da perda, o tempo de privação sensorial, audição residual, idade cronológica no momento da implantação e/ou adaptação, idade auditiva (IA), modalidade comunicativa, nível socioeconômico da família, escolaridade dos cuidadores, entre outros (COUTO; CARVALHO, 2013; GEERS; NICHOLAS; MOOG, 2007; KRONENBERGER; XU; PISONI, 2020; SMITH; PISONI; KRONENBERGER, 2019; TANAMATI; COSTA; BEVILACQUA, 2011). Muitos destes fatores são levadas em conta como indicadores preditivos e utilizados para definir os candidatados ao uso de DEAA.

Entretanto, na prática clínica verifica-se que ainda há uma enorme variabilidade individual quanto ao desempenho auditivo e de linguagem das crianças implantadas e/ou adaptadas, mesmo precocemente. Enquanto alguns usuários de DEAA têm demonstrado desempenho similar aos dos normo-ouvintes com desenvolvimento típico, outros ainda apresentam atraso significativo. Alguns estudos têm demonstrado que mesmo levando em consideração os fatores preditivos convencionais, ainda existe uma parcela substancial e significativa de variabilidade que ainda permanece inexplicada (GEERS et al., 2008; NIPARKO, 2010; PISONI et al., 2010, 2016). Portanto, ainda há uma parcela de crianças com DA que apresentam desempenho abaixo do esperado mesmo após vários anos de uso dos DEAA. Compreender a variabilidade de resultados e as diferenças individuais têm sido, e continuam a ser, um dos maiores desafios para os pesquisadores, o que tem motivado diferentes centros de estudos a buscar outros fatores que respondam à essa lacuna.

Com objetivo de obter-se uma melhor compreensão a respeito da ampla gama de resultados encontrados em crianças com DA pré-lingual usuárias de DEAA, uma nova área de pesquisa tem se mostrado promissora, e buscado descrever,

compreender e explicar como a neurocognição pode ser uma variável a contribuir para a explicação quanto ao benefício e as diferenças individuais dos resultados obtidos.

O cérebro é um sistema de processamento de informação altamente interconectado que se desenvolve baseado na complexa interação entre as atividades neurais e a estimulação sensorial fornecida pelo ambiente, incluindo a estimulação auditiva (KRAL et al., 2016). Sob esta perspectiva, alguns autores têm proposto que um período de privação auditiva experienciado por crianças com DA pré-lingual de grau severo a profundo afeta o desenvolvimento cortical, e os efeitos gerados pela privação auditiva tem consequências para além do sistema auditivo, de forma a produzir efeitos secundários que impactam de forma adversa no desenvolvimento das habilidades neurocognitivas (CONWAY; PISONI; KRONENBERGER, 2009).

Um estudo realizado, mostrou que existe relação entre as habilidades auditivas e neuropsicológicas, e que estas compartilham de mecanismos cognitivos subjacentes (PRANDO et al., 2010). Uma vez que cognição e audição se relacionam intimamente, acredita-se que indivíduos com percepção auditiva de fala bem desenvolvida possam apresentar melhor desempenho em tarefas envolvendo as funções neuropsicológicas. Portanto, hipotetiza-se que o desempenho dos domínios cognitivos e auditivos possui um efeito direto no desenvolvimento da linguagem oral, e que esta relação pode estar associada pelo status sociocultural dos pais, características sociodemográficas, aderência ao processo terapêutico, época e tempo de estimulação auditiva, etiologia da perda e tempo de privação auditiva.

A partir da ampla gama de resultados no desempenho de crianças com DA, usuárias de DEEA, torna-se necessário e permanente a busca por novos conhecimentos que auxiliem a compreender e identificar fatores que possam ser responsáveis por estas variabilidades, e permita com que se identifique novos fatores preditores confiáveis que possam sinalizar se determinado indivíduo terá ou não um bom desenvolvimento da percepção de fala e linguagem com o uso do DEEA. Desta forma, a utilização de instrumentos que avaliem de forma individualizada e permitam entender os mecanismos elementares que subsidiam o processamento da informação e a linguagem podem ser úteis para a identificação precoce de crianças em risco para um mal desempenho, e desta forma contribuir para a criação de estratégias de intervenção direcionadas a estes mecanismos subjacentes, o que pode auxiliar a melhora no desempenho de crianças usuárias de DEEA, e conseqüentemente

influenciar para que estes alcancem um desenvolvimento auditivo, de linguagem e cognitivo o mais próximo da normalidade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PRIVAÇÃO AUDITIVA E SEUS IMPACTOS A NÍVEL CORTICAL

O cérebro é um órgão holístico e seu funcionamento necessita da interação entre as áreas corticais. O desenvolvimento do SAC depende de fatores intrínsecos, como o período regulatório de sinaptogênese e também de fatores extrínsecos, como a estimulação auditiva. A somatória desses fatores auxilia na especialização das vias auditivas, bem como molda a interação e projeção das redes neurais do córtex auditivo (*top-down e bottom-up*) com outras áreas (SHARMA; GLICK, 2016).

O maior período de plasticidade neural, conhecido como o período sensível e crítico, transcorre concomitantemente com o período de sinaptogênese. É durante este período, que a experiência auditiva torna-se fundamental uma vez que auxiliará no desenvolvimento, na maturação e na organização do SAC (KRAL; EGGERMONT, 2007). O funcionamento normal das vias auditivas centrais é tido como um pré-requisito para o desenvolvimento típico das habilidades de linguagem, bem como o desenvolvimento das habilidades auditivas é fortemente influenciado pelo acesso e exposição ao *input* verbal (MONTEIRO et al., 2020).

Muitos estudos têm se interessado em pesquisar o impacto da ausência de estimulação sensorial nos primeiros anos de vida e sua influência para o desenvolvimento cerebral (CARDON; CAMPBELL; SHARMA, 2012; KRAL; SHARMA, 2012). A ausência de *input* auditivo frequente e adequado durante este período pode conduzir a uma reorganização do córtex cerebral que se manifesta pelo recrutamento da área cortical auditiva por outras modalidades sensoriais, principalmente pela visão (CARDON; SHARMA, 2019; SHARMA; DORMAN, 2006; SHARMA; DORMAN; SPAHR, 2002; SHARMA; GLICK, 2016). Este acontecimento recebe o nome de reorganização *cross-modal*, e alguns resultados publicados na literatura inferem que esse recrutamento da região auditiva para o processamento de outras função somatossensoriais podem influenciar o desempenho de usuários de DEAA, como o IC e/ou o AASI (MUSHTAQ et al., 2020; STRELNIKOV et al., 2013).

2.2 DISPOSITIVOS ELETRÔNICOS AUXILIARES À AUDIÇÃO E O DESENVOLVIMENTO DAS HABILIDADES AUDITIVAS E DE LINGUAGEM

A implementação da TAN tem permitido com que crianças com DA tenham acesso cada vez mais cedo à intervenção necessária. A habilitação auditiva de crianças com DA pré-lingual neurosensorial de grau severo a profundo é realizada por meio da indicação de recursos tecnológicos auxiliares à audição adequados à sua necessidade. Dentre os dispositivos disponíveis para auxiliar neste processo, encontram-se as tecnologias não implantáveis, como o AASI, e as implantáveis, como o IC.

O AASI é um dispositivo de amplificação do som utilizado para auxiliar a população com DA, de modo a compensar a perda auditiva. É composto por três componentes básicos: microfone, amplificador e o receptor. O microfone capta o som do ambiente e o converte em uma onda elétrica equivalente; o amplificador modifica o sinal captado, essencialmente aumentando sua intensidade; o receptor, funciona como um “alto-falante”, transforma novamente o sinal elétrico em onda sonora, enviando o sinal amplificado para a membrana timpânica do usuário. O aparelho de amplificação é indicado para crianças com quantidade suficiente de audição residual. Para alguns casos em que o AASI é insuficiente para a (re)habilitação da DA, ou seja, não apresentam benefício com o uso da tecnologia, o implante coclear é indicado (LIEU et al., 2020; LU; ZHANG; GAO, 2019).

Diferentemente do AASI, que é um amplificador eletroacústico, o IC é uma prótese sensorial que contorna os mecanismos periféricos de transdução e estimula diretamente de forma elétrica os neurônios do gânglio espiral. O IC é composto por componentes externos, que consistem em um microfone, uma bobina externa e um processador de fala e; componentes internos implantados cirurgicamente, que consistem em um feixe de eletrodos inserido na escala timpânica e receptor estimulador. De forma geral, o IC funciona a partir da captação dos sinais acústicos pelo microfone. Estes sinais são direcionados ao processador de fala, e o processador por sua vez, analisa os sinais acústicos e os codifica em sinais elétricos que são transmitidos de forma transcutânea para o componente interno. No componente interno, o receptor estimulador realiza a conversão dos sinais codificados em impulsos elétricos e envia ao feixe de eletrodos localizado na cóclea que estimulam diretamente as fibras remanescente do nervo auditivo coclear, substituindo assim, as células

ciliares disfuncionais ou mortas. A resposta elétrica oriunda da estimulação de fibras nervosas auditivas são conduzidas ao córtex auditivo e interpretadas como um *input* auditivo (LIEU et al., 2020; LU; ZHANG; GAO, 2019).

O processo de (re)habilitação após a adaptação e/ou implantação é complexo e envolve múltiplos fatores. Sabe-se que as tecnologias auditivas por si só não garantem o desenvolvimento das habilidades auditivas e de linguagem. Como bem destacado por Flexer (2011), nós escutamos com o cérebro, as orelhas apenas garantem a condução dos estímulos auditivos de forma apropriada. Desta forma, faz-se necessário que após garantir o acesso ao mundo sonoro, as crianças tenham acesso ao programa de reabilitação fonoaudiológica para nortear o desenvolvimento das habilidades auditivas e, conseqüentemente, a aquisição e o desenvolvimento de linguagem (SCARANELLO, 2005). O uso de dispositivos eletrônicos auxiliares à audição (AASI e/ou IC) associados à terapia fonoaudiológica sistematizada têm demonstrado resultados significativos no desenvolvimento auditivo, de linguagem e de fala, principalmente em crianças com DA pré-lingual (GEERS et al., 2008).

Os marcadores de desenvolvimento auditivo e de linguagem para crianças normo-ouvintes com desenvolvimento típico são bem descritos na literatura. A aquisição das habilidades auditivas segue um curso gradativo de desenvolvimento: detecção, discriminação, reconhecimento e compreensão (BEVILACQUA; FORMIGONI, 2005). Bem como o desenvolvimento auditivo, o desenvolvimento da linguagem apresenta um curso sequencial, em que nos primeiros estágios a comunicação ocorre principalmente pelas vocalizações e gestos; e no segundo momento a comunicação ocorre efetivamente pelo uso de palavras concomitante ao aumento do léxico e o aprendizado das estruturas frasais (HAGE; PINHEIRO, 2017). Portanto, ressalta-se a importância do monitoramento do desenvolvimento e o ritmo de evolução das habilidades auditivas e de linguagem das crianças com DA, usuárias de dispositivos eletrônicos.

Um dos meios de avaliação destas habilidades têm sido o uso de testes comportamentais para avaliação da percepção de fala e linguagem adequados para cada faixa etária, tais como: o *Glendonald Auditory Screening Procedure* - Procedimento de avaliação de percepção de fala em crianças deficientes auditivas profundas a partir de cinco anos de idade (GASP) (BEVILACQUA; TECH, 1996); Teste da Avaliação da Capacidade Auditiva Mínima (TACAM) (ORLANDI; BEVILACQUA, 1999); Teste de Percepção de Fala com Figura (TPFF) (SOUZA; REIS, 2015); e a

Reynell Developmental Language Scale (RDLS) – Escala RDLS (QUEIROZ; BEVILACQUA; COSTA, 2010), e o uso de questionários e inventários parentais como forma de avaliação subjetiva do benefício dos AASI e dos IC quanto ao desenvolvimento auditivo e comunicativo, como *Meaningful Auditory Integration Scale* - Escala de Integração Auditiva Significativa para Crianças Pequenas (IT-MAIS) (CASTIQUINI; BEVILACQUA, 1998); *Meaningful Use of Speech Scale* - Avaliação da linguagem oral (MUSS) (NASCIMENTO, 1997) ; o *Parent's Evaluations of Aural/Oral Performance of Children* - Avaliação Aural/Oral do Desempenho da Criança pelos Pais (PEACH) (LEVY; RODRIGUES-SATO, 2016); Inventário MacArthur de Desenvolvimento Comunicativo (IDC) (SILVA, 2003); e a *Nottingham Auditory Milestones* (NAMES) (DATTA; ODELL; DURBIN, 2010). Outra ferramenta bastante difundida são as escalas, que visam classificar as habilidades e monitorar o progresso a partir dos resultados obtidos, como Categoria de Audição (GEERS, 1994) e Categoria de Linguagem (BEVILACQUA; DELGADO; MORET, 1996) .

Cabe destacar, contudo, que o sucesso da (re)habilitação não reflete a totalidade dos casos, uma vez que ainda existe uma parcela das crianças com índices de desempenho das habilidades auditivas e de linguagem abaixo do esperado. O baixo desempenho pode estar não somente relacionado ao acesso ao som ou a codificação sensorial acústica precoce, existe uma série de outros fatores que podem contribuir de forma sistemática para o desenvolvimento auditivo, de fala e linguagem, o que pode justificar o baixo rendimento apresentado quando comparamos crianças com o *setting* semelhante. Diante desta discussão, é importante que o monitoramento dos usuários de dispositivos eletrônicos não esteja focado somente nas avaliações tradicionais (*endpoints*), mas que considere também de outros fatores influenciadores, como por exemplo as habilidades neurocognitivas (HAWKER et al., 2008; PISONI et al., 2010).

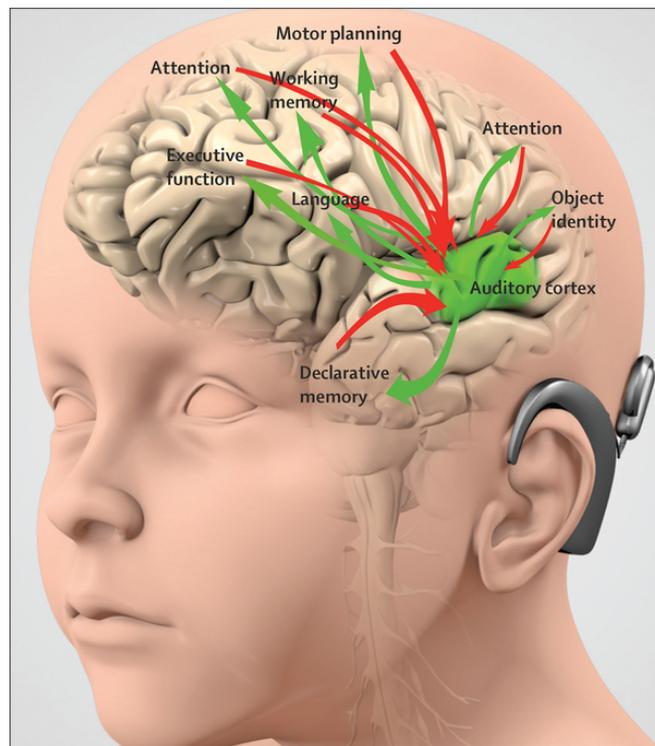
2.3 HABILIDADES NEUROCOGNITIVAS EM CRIANÇAS COM DEFICÊNCIA AUDITIVA

As experiências sensoriais moldam o desenvolvimento e a organização cortical que se acelera após o nascimento. Teorias e estudos recentes têm buscado compreender e enfatizar a contribuição das modalidades sensoriais para o desenvolvimento das habilidades neurocognitivas, bem como o impacto causado pela

ausência destas. Kral et al. (2016) realizaram um estudo de revisão destacando os efeitos generalizados da privação auditiva para o desenvolvimento cerebral, bem como para a capacidade do processamento da informação auditiva. Considerando o cérebro como um sistema funcional integrado, como demonstrado pelos autores pela ilustração da figura abaixo (Figura 1), um período de privação auditiva pode alterar as conexões entre o sistema auditivo, entre os sistemas sensoriais e entre a conexão do sistema auditivo com os centros das funções neurocognitivas de ordem superior (*bottom-up* e *top-down*).

O desenvolvimento das habilidades neurocognitivas ocorrem desde os primeiros anos e progredem de habilidades mais básicas para as mais complexas. Atualmente há evidências suficientes na literatura a respeito do impacto da privação auditiva no desenvolvimento da circuitaria neural, e o provável efeito que esta privação e a consequente restauração tem nos resultados neurocognitivos. Desta forma, podemos compreender que os riscos associados à privação auditiva se estendem para além das habilidades auditivas e de linguagem, e afeta também o desenvolvimento dos domínios cognitivos (PISONI et al., 2008).

Figura 1 - Interação da área cortical auditiva com os diferentes centros das funções neuropsicológicas



Fonte: Kral et al. (2016, p.5)

A cognição pode ser definida como uma série de processos mentais que envolve aquisição, memória (curto prazo, longo prazo, trabalho e operacional), do conhecimento, atenção, percepção, processamento, raciocínio, visualização, planificação, resolução de problemas e execução (BRANDÃO et al., 2016). A avaliação neuropsicológica é um método de aferir as funções cognitivas por meio do estudo da expressão comportamental das disfunções cerebrais. A avaliação baseia-se no exame global das capacidades, e permite mensurar e caracterizar suas potencialidades e vulnerabilidades (LEZAK et al., 2004).

A avaliação neuropsicológica infantil permite identificar de maneira precoce os déficits ou dificuldades no desenvolvimento cognitivo e a variação no processo de aquisição das habilidades. Além destes aspectos, verifica os efeitos que os déficits exercem na capacidade de compreender informações em domínios cognitivo-linguísticos específicos e verificar possíveis áreas compensatórias do cérebro que atuam a fim de estimular as áreas prejudicadas (SALLES et al., 2016).

Estudos têm demonstrado que crianças com DA pré-lingual usuárias de DEAA quando comparadas com crianças normo-ouvintes apresentam menor capacidade de memória imediata, menor *span* nos testes de memória, menor desempenho em fluência verbal e atraso nas funções executivas. Fatores estes que estão associados ao desempenho em medidas comportamentais tradicionais de percepção de fala e linguagem (BEER et al., 2010).

A memória, mais especificamente a auditiva, é uma das funções neuropsicológicas mais estudadas na população infantil com DA, usuárias de DEAA. O desempenho em medidas de testes de *span* de dígitos em ordem direta e inversa é bastante explorado, e usuários de DEAA apesar da melhora, ainda apresentam desempenho inferior em relação a normo-ouvintes, mesmo depois de se tornarem usuários experientes (HARRIS et al., 2011; PISONI et al., 2011). Beer et al. (2010) avaliaram a capacidade de memória de trabalho de crianças com IC entre 8 e 9 anos, e de novo 8 anos depois, os achados mostraram que os resultados aos oito anos foram preditores do desempenho nas medidas de percepção de fala, linguagem e vocabulário aos 16 anos de idade. Outros estudos têm buscado compreender a relação do desempenho nas habilidades neurocognitivas com as habilidades de linguagem, e tem sugerido que existe uma correlação significativa entre o baixo desempenho em relação à média padrão nas tarefas neurocognitivas com o baixo desempenho nas avaliações de linguagem (ULANET et al., 2014).

Surowiecki et al. (2002) compararam o desempenho das habilidades neuropsicológicas de memória visual, atenção e função executiva em crianças usuárias de IC e de AASI, e também verificaram se as diferenças no desempenho destas habilidades poderiam influenciar a percepção de fala, o vocabulário e as habilidades de linguagem. Os resultados não indicaram diferenças no desempenho cognitivo entre os dois grupos, e sugeriram que as diferenças no desempenho das habilidades de memória visual podem contribuir para a variação vista nas habilidades de linguagem em crianças usuárias de DEAA.

Kronenberger et al. (2014) avaliaram 78 crianças normo-ouvintes e usuárias de IC com idade entre 3 e 17 anos de idade, os resultados obtidos baseados em questionários parentais indicaram que crianças com deficiência auditiva usuárias de IC apresentam de 2 a 5 vezes mais risco de alteração em diversos domínios da função executiva quando comparadas a normo-ouvintes.

Almomani et al. (2021) investigaram o efeito do implante coclear nas funções cognitivas em crianças com deficiência auditiva pré-lingual (4 a 9 anos de idade) a partir da comparação do desenvolvimento das habilidades cognitivas antes e após a implantação por meio de uma bateria de teste neurocognitivo de avaliação de habilidades não verbais. Os resultados demonstraram que antes da implantação, as crianças com DA apresentaram baixo desempenho nos subtestes de memória e raciocínio quando comparadas aos normo-ouvintes. Entretanto, apresentaram melhores desempenho que os normo-ouvintes nos testes que dependiam de habilidades visuais. Após a implantação, as crianças apresentaram melhora no desempenho das habilidades neurocognitivas, principalmente nos subtestes de raciocínio e memória.

2.4 POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE LONGA LATÊNCIA

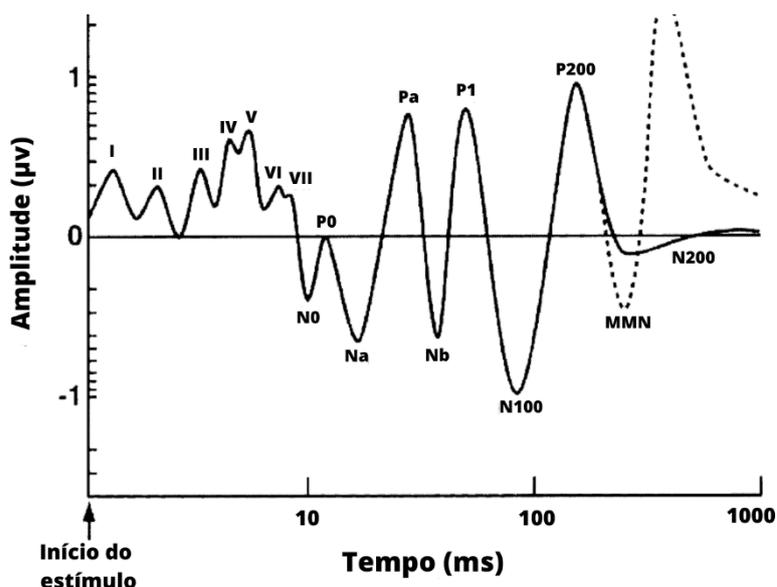
Em relação ao processo de conhecimento do sistema auditivo, nota-se um crescente aumento na literatura de estudos que buscam determinar, de maneira não invasiva, além do conhecimento do sistema auditivo periférico e central, o estado maturacional do córtex auditivo em pacientes com distúrbio de audição, usuários de DEAA.

A atividade bioelétrica desencadeada por meio da estimulação auditiva é conhecida como potencial evocado auditivo (PEA). Os PEA podem ser classificados

de acordo com a fonte geradora, em função a posição do eletrodo em relação à fonte geradora, em função do padrão do estímulo gerador e de acordo com a latência. Na prática clínica, a classificação mais utilizada é referente a latência do potencial, ou seja, do tempo em milissegundos (ms) que transcorre entre a apresentação do estímulo e o surgimento da resposta.

Dentre a classificação de acordo com a latência (Figura 2), os PEAs são divididos em três principais grupos, curta latência ou potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE) identificados num intervalo de 10 ms após o estímulo auditivo; os potenciais evocados auditivos de média latência (PEAML) registrados entre 10 e 70 ms pós estímulo; e os potenciais evocados auditivos de longa latência (PEALL) observados entre 100 e 700 ms seguidos do estímulo auditivo (HALL, 2007).

Figura 2 - Ilustração esquemática dos potenciais evocados auditivos



Fonte: Adaptado de Cahn e Polich (2006, p.191).

Tipicamente, o acompanhamento do desenvolvimento após a intervenção com os dispositivos eletrônicos é monitorado por medidas subjetivas, que ainda são consideradas padrão ouro, como avaliações comportamentais e questionários parentais (ALVES et al., 2013; CHING; HILL, 2007; FORTUNATO-TAVARES et al., 2012; QUEIROZ; BEVILACQUA; COSTA, 2010; SILVA et al., 2019). Estas medidas são importantes para o monitoramento, uma vez que fornecem informações do funcionamento dos dispositivos, bem como do desempenho auditivo e comunicativo da criança. Entretanto, são limitadas quanto ao fornecimento de informações a

respeito do desenvolvimento cortical perante a estimulação auditiva promovida pela amplificação e/ou pela estimulação elétrica.

Os PEALL têm sido largamente descritos na literatura por delinear a atividade de estruturas da via auditiva como o tálamo e o córtex auditivo, envolvendo discriminação, integração e atenção ao som. Dentre eles, o componente P1, *Mismatch Negativity* (MMN) e o P300 (CALCUS et al., 2015; NÄÄTÄNEN et al., 2017; SHARMA et al., 2015). Estes potenciais são considerados medidas objetivas, que permitem de uma forma não-invasiva, a captação da atividade neuroelétrica evocada de estruturas da via auditiva. Os registros fornecem resultados temporais de vários estágios de processamento das informações e de componentes neurais associados com a percepção e o comportamento, e em crianças com DA pode ser utilizado como um biomarcador na avaliação do desenvolvimento e funcionamento do SAC (LEITE et al., 2018; NÄÄTÄNEN et al., 2017; SHARMA; GLICK, 2016).

O PEALL pode ser considerado como um procedimento importante para a prática de avaliação audiológica, fornecendo informações que quando analisadas conjuntamente com outros dados podem auxiliar no raciocínio clínico e no direcionamento de decisões sobre o planejamento terapêutico e intervenção (CARDON; CAMPBELL; SHARMA, 2012).

Diferentes estímulos acústicos, como tom puro e estímulo de fala, podem ser utilizados para a obtenção destes potenciais. A escolha do estímulo influencia nas respostas observadas. Respostas eliciadas por estímulo tonal apresentam menor latência em relação aquelas evocadas por estímulo de fala (KORAVAND; JUTRAS; LASSONDE, 2012).

O componente P1 tem sido considerado pelos pesquisadores como um biomarcador importante para avaliar o processo de maturação do SAC, e segundo a literatura, é um dos componentes do PEALL mais observados e descritos na população pediátrica (SILVA et al., 2017b). É um potencial exógeno originado no córtex auditivo primário e no tálamo, e caracteriza-se por um traçado de pico positivo que surge por volta de 100-150 milissegundos (SHARMA et al., 2015; SILVA et al., 2017b). As respostas deste componente sofrem mudanças durante as fases da vida, sendo a latência o valor resultante do tempo da transmissão sináptica pelas vias auditivas até a região cortical. Estes valores são inversamente proporcionais à maturação do SAC, ou seja, quanto maior a eficiência na transmissão do som, menor o valor de latência encontrado (SHARMA; GLICK, 2016).

Há grande variabilidade de protocolos utilizados pelos pesquisadores para o registro do P1 em crianças, o que tem dificultado os estudos comparativos e o estabelecimento de medidas normativas. Entretanto, alguns estudos com normo-ouvintes estabeleceram valores de latência de aproximadamente 300 ms para recém nascidos, e 125 ms para indivíduos com idade entre 2 e 3 anos (DORMAN et al., 2007; SHARMA; DORMAN, 2006). Os valores diminuem cerca de 1.6 ms por ano, com redução observada até por volta dos 20 anos de idade (SILVA et al., 2017b).

Por ser um componente que apresenta variação de latência em função da idade cronológica, pode ser utilizado como uma ferramenta de avaliação para o monitoramento do *status* maturacional observando se os recursos tecnológicos - AASI e/ou IC – utilizados para o tratamento da em crianças estão fornecendo estimulação adequada para promover o desenvolvimento típico das vias auditivas centrais (NASH-KILLE et al., 2007; SHARMA; DORMAN, 2006).

Sharma et al. (2002) avaliaram o desenvolvimento maturacional de crianças usuárias de IC com idade entre 1.3 e 17.5 anos. Os resultados indicaram que crianças implantadas até os 3.5 anos apresentaram valores de latência e morfologia da onda normais após 6 meses do início da estimulação. Enquanto, crianças implantadas tardiamente apresentaram latência atrasada.

O MMN é um potencial evocado auditivo cortical relacionado à evento descrito pela primeira vez na literatura por Näätänen et al. (1978). Trata-se de um potencial evocado endógeno, sendo o córtex auditivo a área cerebral principal que contribui para sua geração, com a contribuições de outras regiões corticais como córtex frontal, tálamo e hipocampo. O MMN reflete a resposta cerebral, baseada na memória, referente a discriminação auditiva automática de qualquer violação de regularidade do estímulo acústico apresentado por meio do paradigma *oddball*, ou seja, a apresentação de um estímulo raro integrado em um fluxo de estímulos frequentes (GARRIDO et al., 2009; NÄÄTÄNEN et al., 2014). Este evento aparece no registro eletrofisiológico, e caracteriza-se como um desvio negativo em amplitude com latência entre 100 a 250 ms pós estímulo, sendo obtido por meio da subtração da resposta relacionada ao evento infrequente da resposta relacionada ao evento frequente (FITZGERALD; TODD, 2020; KRAUS et al., 1992; NÄÄTÄNEN et al., 2017). A amplitude e a latência do MMN estão relacionadas à magnitude do desvio e a discriminação da mudança auditiva, e também sofrem influência do tipo de estímulo utilizado (KILENY; BOERST; ZWOLAN, 1997; NÄÄTÄNEN et al., 2017).

O uso deste potencial tem se tornado popular no estudo da função auditiva, uma vez que permite a compreensão sobre a memória auditiva, os processos atencionais e as memórias envolvidas a outros sistemas neurais, indicando uma relação entre os processos automáticos e as funções cognitivas de ordem superior ao nível do córtex auditivo. A crescente literatura de estudos com MMN tem sugerido que este potencial é um bom indicador do desenvolvimento da habilidade de discriminação. Entretanto, ainda há uma ausência de concordância da literatura da correlação positiva com medidas comportamentais (DOROTHY VERA MARGARET BISHOP; HARDIMAN, 2010; FERNANDES; GIL; AZEVEDO, 2019; LANG et al., 1990).

Para crianças usuárias de AASI ou IC, o MMN é uma ferramenta viável, não só para avaliar a discriminação auditiva, como também monitorar a evolução desta habilidade após o processo de intervenção e a efetividade da (re)habilitação fonoaudiológica, podendo ser um indicador de classificação de usuários com bom e mau desempenho da percepção auditiva (GROENEN; SNIK; VAN DEN BROEK, 1996; NÄÄTÄNEN et al., 2017).

2.4.1 MMN e as habilidades cognitivas

A percepção de fala depende da codificação rápida e eficiente do sinal de fala, da memória de trabalho que armazena e mantém a representação do estímulo por um período curto de tempo e do estabelecimento sólido das representações acústicas fonológicas (DE HOOG et al., 2016). Portanto, o empobrecimento do *input* sensorial auditivo pode contribuir para as alterações nas habilidades para processar sons e em anormalidades na codificação neural de informações auditivas, e desta forma afetar a percepção de fala (ZHANG et al., 2020). Uma vez que a representação fonológica depende do acesso ao *input* acústico, a privação auditiva pode levar não apenas à redução da memória auditiva e da consciência fonológica.

Watson et al. (2007) buscaram compreender o processamento auditivo dos sinais de fala por meio dos mecanismos de pré-atenção e sua influência para o desenvolvimento do processamento de fala em níveis de ordem superior e abstrata. Portanto, levantaram a hipótese de que crianças usuárias de IC devido a um período anormal de experiência auditiva resultante da privação auditiva teriam uma disfunção na memória auditiva, de forma a contribuir negativamente para o desempenho nos

testes de memória de trabalho. Utilizando o MMN para avaliar a memória auditiva sensorial e o teste de *span* de dígitos (ordem direta e ordem inversa) e de pseudopalavras para investigar a memória de trabalho verbal, o estudo explorou a associação entre os dois mecanismos em 15 crianças usuárias de IC com média de idade de 9.5 anos e um grupo de 19 crianças normo-ouvintes. Os resultados apontaram para um déficit no desempenho dos usuários de IC em relação as tarefas de memória de trabalho, principalmente no teste de repetição de pseudopalavras. Para as crianças normo-ouvintes foi encontrada uma relação entre a ativação do MMN e a memória de trabalho, entretanto essa relação não foi observada para as crianças usuárias de IC, sugerindo que a privação auditiva somada ao sinal auditivo degradado pode causar mudanças nos processos que sustentam o desenvolvimento das habilidades de linguagem oral em crianças com deficiência auditiva pré-lingual.

Ortmann et al. (2013) avaliaram a memória de trabalho auditiva e a habilidade de discriminação de fonemas, por meio da análise do MMN e de testes subjetivos (teste de discriminação fonêmica, *span* de dígitos ordem direta e escala de satisfação subjetiva da audição) em usuários de IC de 7 a 19 anos com perda auditiva pré-lingual, com bom e mau desenvolvimento de linguagem e bom desenvolvimento das habilidades auditivas, pareados por IA e idade de implantação. Ambos os grupos apresentaram alto desempenho na tarefa de discriminação fonêmica, mas com desempenho significativamente maior do grupo de IC com melhor desenvolvimento. Não houve diferença estatística entre os grupos quanto à função de memória de trabalho. Na análise do MMN, a latência da onda variou de 130 a 250 ms, com atenuação da amplitude para o grupo com mau desempenho nas habilidades de linguagem. A partir da inspeção visual da fonte de geração do MMN, o grupo com bom desempenho apresentou maior ativação das áreas frontais à esquerda, com menor ativação da região temporal à esquerda. Enquanto, o grupo com mau desempenho apresentou ativação menor da região frontal esquerda em comparação aos usuários de IC com bom desempenho de linguagem, e ativação das regiões temporais do córtex, principalmente as áreas relacionadas à análise auditiva. Além disso, usuários de IC que apresentaram maior ativação da região frontal obtiveram melhores desempenhos no teste de *span* de dígitos e na escala de satisfação subjetiva, e uma correlação negativa foi encontrada entre a ativação da área temporal e a discriminação de fonemas pelo MMN.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste estudo é verificar a correlação entre as habilidades auditivas e de linguagem com o desempenho nas tarefas do teste de avaliação das funções neuropsicológicas.

3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Categorizar as habilidades auditivas e de linguagem;

Verificar se existe correlação entre os testes de percepção de fala;

Verificar se existe correlação entre os questionários parentais;

Caracterizar os achados eletrofisiológicos, e verificar se existe correlação com as medidas de percepção de fala;

Caracterizar as habilidades neuropsicológicas dos usuários de dispositivo eletrônico de geral e específica;

Verificar se existe correlação entre P1 e o MMN com o desempenho nas tarefas neuropsicológicas;

Verificar se existe correlação entre P1 e o MMN com o desempenho nas tarefas auditivas e de linguagem;

Verificar se existe associação entre as tarefas neuropsicológicas e as variáveis idade auditiva e cronológica.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 DELINEAMENTO METODOLÓGICO

Trata-se de um estudo analítico, observacional, transversal.

4.2 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP), sob o processo de número 128087/2019 e número do parecer 4.2.18.322 (Anexo A).

Todos os procedimentos foram realizados no Centro Especializado de Otorrinolaringologia e Fonoaudiologia (CEOF) do HCFMRP-USP. Os voluntários foram recrutados para participação durante seu retorno de acompanhamento periódico ao ambulatório do Programa de Saúde Auditiva. Ao serem convidados, voluntários e seus responsáveis foram informados a respeito dos objetivos e procedimentos da pesquisa, bem como de seus direitos quanto a sua participação e da importância de fazerem parte do estudo, de forma a esclarecer a liberdade de participação, ou de interrupção durante o andamento da pesquisa sem nenhum prejuízo em relação à qualidade de atendimento ou do tratamento.

Portanto, antes do início dos procedimentos, os responsáveis leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A), autorizando a participação da criança no estudo. E as crianças ao concordarem, assinaram o Termo de Assentimento (Apêndice B).

4.3 CASUÍSTICA

A amostra foi formada por 24 indivíduos, de ambos os sexos, com diagnóstico de perda auditiva sensorineural, usuários de dispositivo eletrônico auxiliar à audição e em terapia fonoaudiológica na abordagem auricular.

4.3.1 Critérios de inclusão e exclusão

Para inclusão foram adotados os seguintes critérios: participantes com diagnóstico de perda auditiva sensorineural, pré-lingual, de grau severo a profundo, com idade auditiva entre 6 e 15 anos.

Como critérios de exclusão, foram considerados os fatores: histórico de doenças neurológicas diagnosticadas; de distúrbio psiquiátrico ou psicológico importante (síndrome do pânico, esquizofrenia, entre outros); de cirurgias otológicas prévias ou de distúrbios cognitivos que pudessem comprometer a aquisição e o desenvolvimento de linguagem.

4.4 PROCEDIMENTOS

Todos os procedimentos foram realizados no CEOF do HCFMRP-USP. A coleta dos dados ocorreu durante o retorno regular de acompanhamento junto ao Programa de Saúde Auditiva. As sessões de avaliação foram realizadas após a verificação e ajuste dos dispositivos, com o objetivo de garantir o bom funcionamento dos mesmos no momento da avaliação.

4.4.1 Coleta de dados documental

Inicialmente a coleta de dados foi documental, a fim de verificar a elegibilidade dos participantes. A análise do prontuário de cada paciente ocorreu pelo acesso ao prontuário eletrônico do HCFMRP-USP, por meio do Sistema de Apoio a Atenção Hospitalar/Ambulatorial (ATHOS). Foram coletados dados demográficos e audiológicos, tais como: a idade, sexo, idade no momento da primeira cirurgia de implante coclear, idade no momento da segunda cirurgia, idade no momento da adaptação do aparelho de amplificação sonora, dispositivos adaptados (marca e processador) em orelha direita e esquerda, causas atribuídas à deficiência auditiva, nível de escolaridade da criança e do responsável, aderência ao processo terapêutico fonoaudiológico e forma de comunicação predominante.

4.4.2 Avaliação auditiva comportamental

A avaliação auditiva comportamental foi composta pela pesquisa dos limiares auditivos em campo livre e pela aplicação de testes de percepção de fala.

4.4.2.1 Audiometria em campo livre

A pesquisa dos limiares auditivos foi realizada com o uso do dispositivo, na adaptação e programação de uso habitual. O procedimento ocorreu em campo sonoro, em cabine acusticamente tratada, a 80 centímetros (cm) de distância do microfone do dispositivo, a 0º azimuth, com tom puro modulado (*warble*). Determinou-se os limiares para as frequências de 500, 1000, 2000, 3000 e 4000 Hertz (Hz).

4.4.2.2 Teste de percepção de fala

Para avaliar a percepção de fala foram utilizados o teste Procedimento de avaliação de percepção de fala em crianças deficientes auditivas profundas a partir de cinco anos de idade (GASP) e o Teste de Percepção de Fala com Figura.

4.4.2.2.1 *Glendonald Auditory Screening Procedure (GASP)*

Para verificar o desenvolvimento das habilidades auditivas de detecção auditiva de sons de fala, reconhecimento auditivo em conjunto fechado e compreensão auditiva de sentenças foram aplicadas e analisadas as provas 1, 5 e 6 do GASP (Anexo B). Este procedimento é uma adaptação para o português brasileiro elaborada por Bevilacqua e Tech (1996) desenvolvido por Erber (1982).

A prova 1 do GASP avalia a habilidade de detecção dos seis sons (/a/, /i/, /u/, /j/, /s/ e /m/) de Ling (LING, 1989). Os fonemas abrangem diferentes frequências, incluindo o espectro de sons de fala (500 Hz a 4000 Hz), e intensidades de 22 a 55 decibel (dB). A prova 5 do GASP examina a habilidade de reconhecimento auditivo em conjunto fechado por meio de figuras de 12 vocábulos, sendo três monossílabos, três dissílabos, três trissílabos e três polissílabos. A prova 6 analisa a habilidade de compreensão auditiva de sentenças a partir de dez perguntas simples.

O teste foi aplicado conforme instruções propostas pelas autoras do protocolo: à viva voz, com intensidade de voz ao redor de 65 dB nível de pressão sonora (dB NPS), com ausência de leitura orofacial (LOF), a distância de um metro entre o examinador e o examinado. Os resultados foram apresentados em porcentagem de acordo com o número de acertos e o registro foi cursivo.

4.4.2.2.2 Teste de percepção de fala com figura (TPFF)

O TPFF elaborado por Souza e Reis (2015) é um instrumento gráfico que permite a avaliação do índice percentual de reconhecimento de fala por meio do apoio de figuras (Anexo C). O material é de fácil e rápida aplicabilidade, e permite avaliar os sujeitos independente de sua capacidade de verbalização fornecendo uma análise qualitativa e quantitativa. O teste é composto por seis pranchas com seis figuras, sendo uma prancha-treino e uma das seis figuras em cada prancha utilizada para que se evite a escolha por exclusão. Na ficha do examinador estão contidas a lista de palavras para o treino e para a avaliação. A criança é instruída a apontar para a figura correspondente a que lhe for dita.

Inicialmente é realizado um treino utilizando a prancha-treino, a fim de garantir que a criança compreenda a estratégia do teste. Em seguida após a compreensão, o examinador aplica a lista de palavras do teste propriamente dito, correspondente a cada prancha. No total são apresentadas 25 palavras monossílabas e dissílabas, e cada palavra correta equivale a 4 pontos.

A aplicação do teste seguiu as orientações e instruções dispostas pelas autoras no manual. Portanto, o material foi aplicado em uma sala acusticamente tratada e à viva voz, com intensidade de voz ao redor de 65 dB NPS, com ausência LOF, a distância de um metro entre o examinador e o examinado. Os resultados foram apresentados em porcentagem de acordo com o número de acertos e o registro foi cursivo.

4.4.3 Questionários parentais de avaliação das habilidades auditivas e de linguagem

A fim de avaliar o impacto do processo intervenção no desenvolvimento das crianças, foram aplicados três questionários adaptados para o português brasileiro.

Os questionários foram respondidos pelos cuidadores e aplicado em formato de entrevista. Estes questionários permitem levantar questões relacionadas à perspectiva do cuidador em relação ao desenvolvimento auditivo e comunicativo, e subjetivamente avaliar o benefício com o dispositivo eletrônico.

4.4.3.1 Escala de Integração Auditiva Significativa para Crianças (IT-MAIS)

Castiquini e Bevilacqua (1998) adaptaram para o português brasileiro a *Infant-Toddler: Meaningful Auditory Integration Scale* (Anexo D) desenvolvida por Zimmerman-Phillips, Osberger e Robbins (1997). O questionário é composto por 10 questões estruturadas e é aplicado em forma de entrevista, o cuidador responde a perguntas que estão relacionadas a resposta espontânea da criança ao som em seu ambiente cotidiano. As perguntas contemplam questões que ponderam sobre o comportamento de vocalizações da criança associada ao dispositivo, a atenção aos sons e a atribuição de significado a partir dos sons.

A pontuação para cada pergunta é dada em uma escala de 5 pontos, com escore de 0 (0%) a 4 (100%), em que 0 corresponde a nunca e indica que a criança não apresenta aquele comportamento; 1 corresponde a raramente e indica que o comportamento ocorre aproximadamente 25% das vezes; 2 corresponde a ocasionalmente e indica que a criança apresenta o comportamento aproximadamente 50% das vezes; 3 corresponde a frequentemente e indica que a criança apresenta o comportamento ao menos 75% das vezes; e 4 corresponde a sempre indica que o comportamento ocorre sempre. A pontuação máxima do questionário é de 40 pontos, sendo esse escore convertido para o valor em percentual.

4.4.3.2 Questionário de avaliação da linguagem oral (MUSS)

O *Meaningful Use of Speech Scales* proposto por Robbins e Osberger (1990), e traduzido por Nascimento (1997) fornece informações sobre o uso da linguagem oral por parte da criança em situações cotidianas (Anexo D). O questionário é composto por 10 questões que avaliam questões sobre o desenvolvimento da competência comunicativa nos aspectos de controle vocal, uso de fala espontânea e uso de estratégias de comunicação em situações diárias, permitindo caracterizar a produção de fala das crianças.

A pontuação para cada pergunta é dada em uma escala de 5 pontos, com escore de 0 (0%) a 4 (100%), em que 0 corresponde a nunca e indica que a criança não apresenta aquele comportamento; 1 corresponde a raramente e indica que o comportamento ocorre em menos que 50% das vezes; 2 corresponde a ocasionalmente e indica que a criança apresenta o comportamento em, no mínimo, 50% das vezes; 3 corresponde a frequentemente e indica que a criança apresenta o comportamento, em no mínimo, 75% das vezes; e 4 corresponde a sempre indica que a criança sempre usa de forma espontânea apenas a fala. A possibilidade total do MUSS é de 40 pontos, sendo esse escore convertido para o valor em percentual.

4.4.3.3 Avaliação aural/oral do desempenho da criança pelos pais (PEACH)

O Parent's Evaluation of Aural/Oral Performance of Children das autoras Ching e Hill (2007) foi traduzido e adaptado por Levy e Rodrigues-Sato (2016). Trata-se de um questionário de 13 perguntas que fornece informações a respeito de como a criança está ouvindo e se comunicando com o uso do dispositivo eletrônico (Anexo E). As questões contemplam tópicos de amplificação e desconforto para sons intensos, comportamento auditivo e comunicativo em ambiente silencioso e ruidoso, uso do telefone e resposta a sons ambientais.

A pontuação para cada pergunta é dada em uma escala de 5 pontos, com escore de 0 a 4, em que 0 corresponde a nunca e indica que a criança nunca apresenta determinado comportamento; 1 corresponde a raramente e indica que a criança apresenta o comportamento aproximadamente 25% das vezes; 2 corresponde a algumas vezes e indica que a criança apresenta o comportamento aproximadamente 50% das vezes; 3 corresponde a frequentemente e indica que a criança apresenta o comportamento aproximadamente 75% das vezes; e 4 corresponde a sempre e indica que a criança apresenta o comportamento mais do que 75% das vezes, dão-se mais de 6 exemplos. A pontuação é apresentada por situações ambientais e por um escore geral, e o resultado é dado somando-se o número de pontos obtidos para as questões em ambiente silencioso e o número de questões em ambiente ruidoso. Para situações em ambiente silencioso a pontuação máxima é de 24 pontos, enquanto para ambiente ruidoso é de 20 pontos. Já o escore máximo do questionário é de 44 pontos, sendo convertido em porcentagem.

4.4.4 Categorias de audição e categorias de linguagem

Após a observação clínica do comportamento auditivo e da comunicação oral e análise da avaliação comportamental e dos resultados dos questionários, foi realizada a identificação da categorização de audição e de linguagem de cada participante.

4.4.4.1 Categorias de Audição

As categorias de audição (GEERS, 1994) fazem parte de um instrumento disponível para a mensuração do desempenho auditivo da criança, em que as habilidades auditivas são classificadas em uma das sete categorias propostas (Quadro 1).

Para atribuição das categorias de audição foi observado o comportamento auditivo; a análise do GASP (BEVILACQUA; TECH, 1996) e do TPF (SOUZA; REIS, 2015) e o resultado do IT-MAIS (CASTIQUINI; BEVILACQUA, 1998) e do PEACH (LEVY; RODRIGUES-SATO, 2016).

Quadro 1 - Sumarização da classificação das habilidades auditivas e de linguagem por categoria

Categoria	Categoria de Audição (GEERS, 1984)	Categorias de Linguagem (BEVILACQUA ET AL., 1996)
0	Não detecta a fala	-
1	Detecta presença de sinal de fala	Não fala e pode apresentar vocalizações indiferenciadas
2	Diferencia palavras por traços supra segmentares (duração e intensidade)	Fala apenas palavras isoladas
3	Identifica palavras em conjunto fechado com base na informação fonêmica	Constrói frases de 2 ou 3 elementos
4	Identifica palavras em conjunto fechado por meio de reconhecimento da vogal	Constrói frases de 4 ou 5 palavras e uso de elementos conectivos
5	Identifica palavras em conjunto fechado por meio de reconhecimento de consoante	Fluente na linguagem oral
6	Reconhecimento em conjunto aberto, exclusivamente por meio da audição	-

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

4.4.4.2 Categorias de Linguagem

As categorias de linguagem (BEVILACQUA; DELGADO; MORET, 1996), fazem parte de um instrumento utilizado para mensurar o desempenho de comunicação da

criança, em que as habilidades de linguagem oral são classificadas em uma das cinco categorias (Quadro 1).

Para atribuição das categorias de linguagem foi observada a atitude de comunicação oral e a análise dos resultados do MUSS (NASCIMENTO, 1997) e do PEACH (LEVY; RODRIGUES-SATO, 2016).

4.4.5 Avaliação eletrofisiológica da audição: Potencial evocado auditivo de longa latência (P1 e MMN)

Para a avaliação eletrofisiológica da audição foi realizado o PEALL com o equipamento *Bio-logic Navigator Pro Auditory Evoked Potential System (Bio-logic Systems Corporation, Natus Medical Inc., Mudelin, III USA)* com dois canais. O procedimento foi realizado em um ambiente acusticamente tratado.

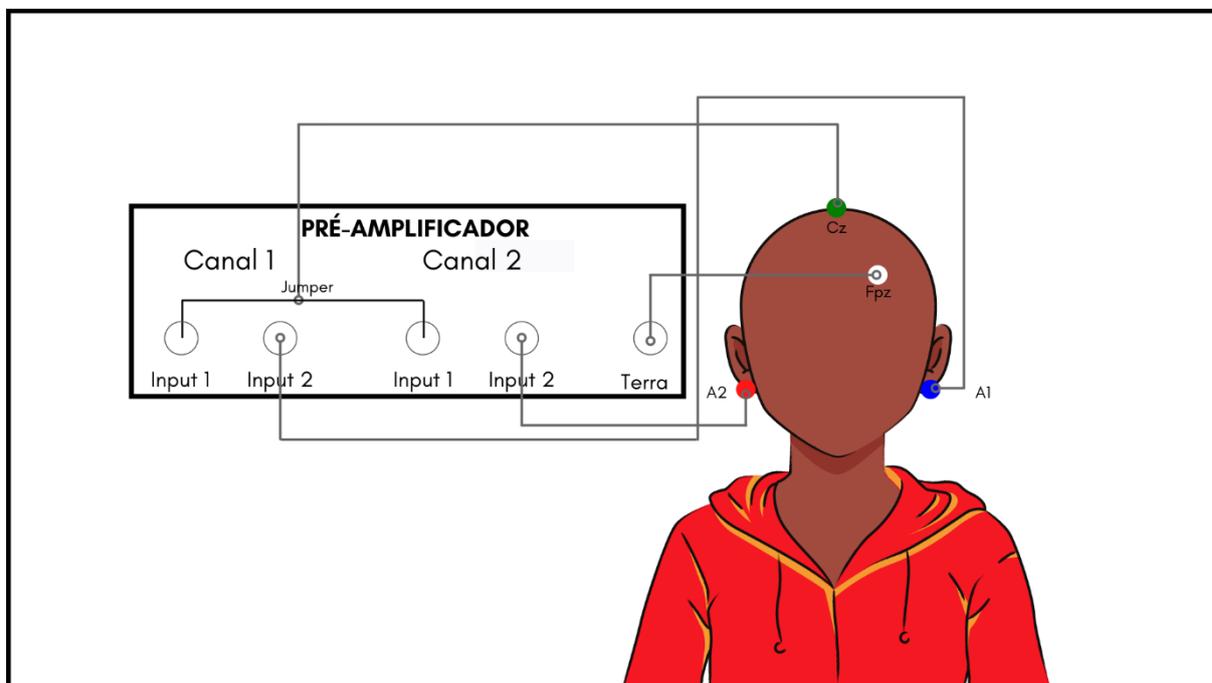
Os eletrodos de superfície descartáveis *MedPex* foram dispostos segundo padronização do Sistema Internacional 10-20 (JASPER, 1958). Portanto, o eletrodo ativo foi posicionado na região Cz e conectado ao *input 1* do canal 1 e interligado ao canal 2 pelo *jumper* do pré-amplificador, os eletrodos de referência foram colocados no lóbulo das orelhas esquerda (A1) e direita (A2) e conectados no *input 2* dos canais 1 e 2 do pré-amplificador, respectivamente, e o terra foi posicionado na região Fpz (Figura 3).

Previamente à colocação dos eletrodos, as regiões foram limpas com gel abrasivo *Nuprep (Weaver and Company, Aurora, CO, USA)*, e utilizou-se a aplicação de pasta condutora *Ten20 (Weaver and Company, Aurora, CO, USA)* nos eletrodos para obter-se melhor contato. Para melhor verificação das respostas, o nível de impedância foi verificado e mantido em valor menor que 5 quilo-ohms (K Ω) para impedância individual e menor que 3 K Ω para a impedância entre os eletrodos.

O estímulo foi apresentado em campo livre, calibrado em dB nível de audição (dB NA), com a caixa acústica posicionada a um ângulo de 0° azimute e a 60 centímetros (cm) de distância da(s) orelha(s) com o(s) dispositivo(s) eletrônico(s). O participante estava acomodado de forma confortável em posição semi deitada, e foi orientado previamente a permanecer relaxado e a evitar movimentos a fim de evitar artefatos, e condicionado a assistir um vídeo durante o procedimento. Desta forma, durante o registro, o participante encontrava-se em situação de escuta passiva e assistia a um vídeo padronizado (sem som) para se distrair e não dar atenção ao

estímulo sonoro apresentado (KRAUS et al., 1992; NÄÄTÄNEN; GAILLARD; MÄNTYSALO, 1978).

Figura 3 - Ilustração esquemática da disposição dos eletrodos na região cefálica, segundo Sistema Internacional 10-20 e sua conexão com às entradas do pré-amplificador



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Para a obtenção do PEALL foi realizada a apresentação de estímulos acústicos de fala de forma aleatória (paradigma *oddball*), consoantes plosivas /ba/ e /da/, a uma intensidade de 80 dB NA, duração de 533 ms, em polaridade alternada com repetibilidade dos traçados. Foram utilizados cerca de 297 estímulos, sendo 80% frequentes (/ba/) e 20% raros (/da/), sendo infrequentes apresentados, aleatoriamente, em velocidade de 1,1 estímulos por segundos. No Quadro 2, encontram-se descritos os parâmetros gerais utilizados para aquisição dos registros eletrofisiológicos.

Foram analisados os valores de latência e amplitude do componente P1 e do potencial evocado auditivo relacionado a evento, MMN. O registro do P1 e do MMN foi realizado em uma mesma passagem. Para a análise dos resultados, o componente P1 foi identificado considerando o primeiro pico positivo de maior amplitude encontrado no registro (SHARMA; DORMAN; SPAHR, 2002). Os valores de latência e amplitude foram analisados no traçado correspondente ao estímulo frequente.

Quadro 2 - Parâmetros para aquisição do PEALL – P1 e MMN

Parâmetros	
Equipamento	Bio-logic Navigator Pro
Estímulo acústico	Frequente: estímulo de fala /ba/
	Raro: estímulo de fala /da/
Probabilidade	Frequente:80%
	Infrequente:20%
Duração	533 ms
Intensidade	80 dB NA
Polaridade	Alternada
Número de Estímulos	297
Transdutor	Caixa acústica a 0° azimute a 1m de distância do paciente
Canais	2 canais
Eletrodos	Ativo: Cz
	Referência: A1 e A2
	Terra: Fpz
Janela	533 ms
Filtro	Passa alta: 30 Hz
	Passa baixa: 1,0 Hz
Amplificação do sinal	50.000 μ v
Taxa de estímulo	1.1 estímulo por segundo
Impedância	$\leq 5\Omega$ (individual); $\leq 3\Omega$ (entre os eletrodos)

Legenda: % - porcentagem; ms – milissegundos, dB NA – decibel nível de audição, m – metro, Hz – hertz, μ v – microvolt, Ω - ohm; \leq - menor ou igual

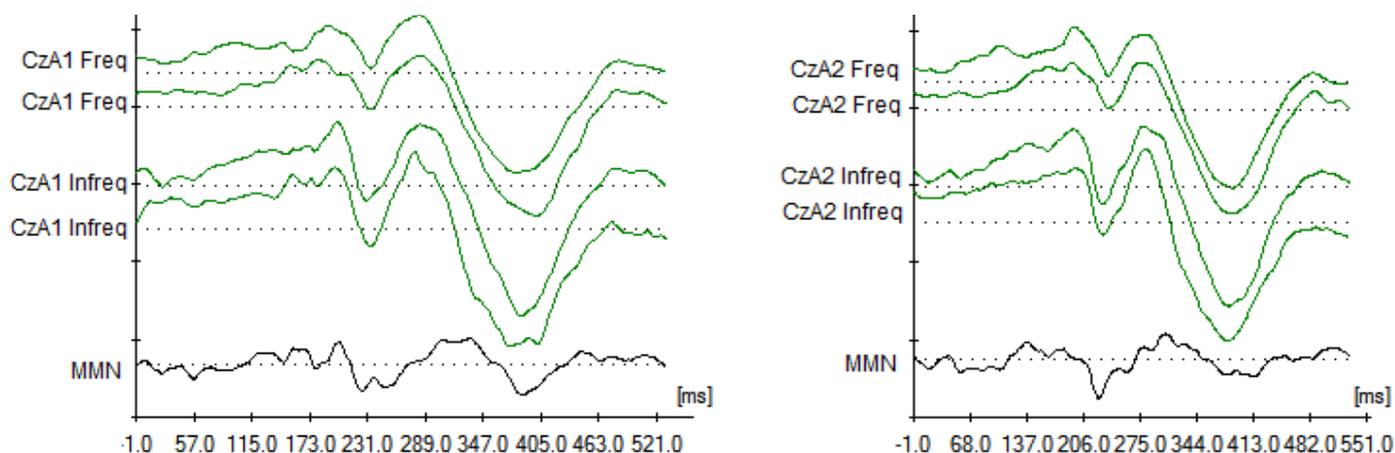
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Para a visualização do traçado do MMN, que por definição, é eliciado por uma discordância entre o estímulo novo/raro e o estímulo frequente, foi realizada a subtração da média dos traçados correspondentes ao estímulo infrequente (/da/) apresentado em paradigma *oddball* da média dos traçados obtidos em resposta ao estímulo frequente (/ba/) (KRAUS et al., 1992). Para a análise dos resultados de latência e amplitude, o MMN foi definido como a onda com maior onda de polaridade negativa identificada no intervalo de latência entre 100 e 250 ms (NÄÄTÄNEN et al., 2007, 2017).

Na Figura 4 observa-se um exemplo de registro eletrofisiológico do PEALL obtido de um dos participantes com o equipamento Bio-logic. A fim de garantir maior confiabilidade das análises de latência e amplitude realizadas, um segundo avaliador com experiência em eletrofisiologia da audição realizou a análise dos registros

eletrofisiológicos de forma cega e independente. As discordâncias foram solucionadas por um terceiro avaliador.

Figura 4 - Exemplo de registro eletrofisiológico da referência CzA1 e CzA2 do componente P1 e MMN



Fonte: Acervo próprio do autor (2022)

4.4.6 Avaliação das funções neuropsicológicas

A avaliação das funções cognitivas foi realizada por meio do Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Infantil: NEUPSILIN-Inf (SALLES et al., 2011, 2016). O instrumento fornece um perfil breve do funcionamento dos processos neuropsicológicos, a partir de uma análise qualitativa e quantitativa dos dados, e pode ser aplicado exclusivamente por psicólogos e fonoaudiólogos. A bateria considera as características sociais, culturais e linguísticas da população brasileira, e é aplicada a crianças com idade cronológica entre seis e 12 anos e 11 meses.

O NEUPSILIN-Inf avalia componentes de oito funções neuropsicológicas por meio de 26 subtestes, e apresenta dados normativos de normo-ouvintes com desenvolvimento típico de escola pública e privada do estado de São Paulo (SP) e Rio Grande do Sul (RS).

A avaliação neuropsicológica ocorreu individualmente, em uma sala com isolamento acústico e a média de tempo de aplicação foi de 77 minutos ($\pm 28,159$). A fim de se evitar variação na forma de aplicação, as instruções presentes no manual foram estritamente seguidas, bem como a ordem de apresentação dos testes.

A pontuação no NEUPSILIN-Inf foi realizada a partir do cálculo do escore z em cada tarefa e comparado com os dados normativos disponíveis no teste. Entretanto,

para a comparação do desempenho foi considerada a idade auditiva e não cronológica do participante. A idade auditiva refere-se ao período de tempo de estimulação auditiva a partir da implantação ou da adaptação do aparelho de amplificação sonora, ou seja, a partir do tempo de início da estimulação auditiva (ĐOKOVIĆ; TODOROVIĆ, 2013; TAVAKOLI et al., 2022). Desta forma, para o cálculo do escore z levou-se em consideração a média do grupo normativo e o desvio padrão referente a idade auditiva do participante. Portanto, o cálculo do escore z foi determinado com base no resultado bruto do participante na tarefa/subtarefa subtraído pela média do grupo normativo dividido pelo desvio-padrão do grupo na mesma variável.

Escore z padronizado individual menor ou igual a -1.5 foi considerado como indicativo de déficit (FONSECA; SALLES; PARENTE, 2009; SCHOENBERG et al., 2006). As autoras estabeleceram três pontos de corte de referência: escore z entre -1.0 e -1.5 é sugestivo de alerta para déficit neuropsicológico; escore z menor ou igual a -1.5 é sugestivo de déficit; escore z entre -1.6 e -2.0 é sugestivo de alerta para déficit moderado a severo; e escore z menor ou igual a -2.0 é sugestivo de déficit de gravidade importante.

O HCRP/FMRP/USP é um dos centros de referência de saúde auditiva no estado de São Paulo, e, portanto, recebe pacientes de outras regiões do mapa. Dessa forma, para fins de comparação dos dados normativos, sujeitos oriundos de outros estados da região Sudeste (n=4) foram comparados aos dados normativos para a amostra do estado de São Paulo. As funções cognitivas avaliadas e os subtestes do NEUPSILIN-Inf estão apresentados no quadro 3.

Quadro 3 - Habilidades e componentes avaliados, descrição da aplicação e dos estímulos e pontuação mínima e máxima das tarefas do NEUPSILIN-Inf

Habilidade e tarefa		Tipo de aplicação (apresentação)	Descrição do item
1. Orientação (auto psíquica, temporal e espacial)		Apresentação oral	Seis questões sobre a própria criança, dia e local onde se encontra
2. Atenção	2.1. Atenção visual – Cancelamento de figuras	Apresentação visual – uma página com folha treino e folha resposta	Treino prévio para identificação da figura alvo. Folha de resposta com o total de 202 figuras, 35 são alvos a serem cancelados
	2.2. Atenção auditiva – Repetição de sequência de dígitos (ordem direta)	Apresentação oral	Repetição oral de sequência de dígitos – três a cinco itens
3. Percepção	3.1. Reconhecimento de emoções em faces	Apresentação visual – página única	Seis imagens de faces, sendo duas alvos a serem apontados
	Percepção visual – constância de formas e constância do objeto	Apresentação visual – quatro páginas	Em cada página o alvo é comparado a duas figuras e a criança deve apontar para o estímulo que julga correto
4. Memória	4.1. Memória de trabalho operacional		
	4.1.1. Memória de trabalho operacional - Componentes fonológicos e executivo central		
	A) Repetição de dígitos na ordem indireta (ordem inversa)	Apresentação oral	Repetição oral da sequência de dígitos – dois a cinco itens
	B) <i>Span</i> de pseudopalavras	Apresentação oral	Repetição de sequência de pseudopalavras – 1 a 4 itens
	4.1.2. Memória de trabalho operacional – Visuoespacial (ordem inversa)	Apresentação visual – uma página com oito quadrados	Apontar a sequência de 2 a 5 blocos
	4.2. Memória episódica-semântica verbal		
	A) Recordação imediata	Apresentação oral	Recordação imediata oral de nove palavras que representam objetos comuns
	B) Recordação tardia		Recordação após cerca de 30 minutos das nove palavras
	4.3. Memória semântica	Apresentação oral de questões	Quatro questões de conhecimentos gerais a serem conceituadas
	4.4. Memória episódica-semântica visuoverbal – Lista de figuras – Recordação	Apresentação visual – disposição em páginas separadas	Recordação oral imediata de nove figuras de objetos comuns

5. Linguagem	5.1. Linguagem oral		
	5.1.1. Nomeação	Apresentação visual – em disposição em páginas separadas	Nomeação de nove figuras que representam objetos comuns. É realizada a anotação da pronúncia para verificar se a criança apresenta alterações fonológicas na fala
	5.1.2. Consciência fonológica		
	A) Rima	Apresentação oral	Quatro itens – cada item possui três palavras e a criança deve dizer quais são as duas que rimam
	B) Subtração fonêmica	Apresentação oral	Seis itens (três itens de fonema inicial e três itens de fonema final) – são ditas as sílabas e qual fonema deve ser excluído. Ao final, a criança deve dizer o que resultou dessa exclusão
	5.1.3. Compreensão oral	Apresentação visual – cinco páginas	Três figuras em cada página – a partir de palavras e frases ditas pelo examinador, a criança deve apontar para a figura alvo
	5.1.4. Processamento inferencial	Apresentação oral	Quatro metáforas a serem conceituadas
	5.2. Linguagem escrita		
	5.2.1. Leitura em voz alta		
	A) Sílabas	Apresentação visual – seis páginas	Leitura de seis sílabas
	B) Palavras	Apresentação visual – seis páginas	Leitura de seis palavras
	C) Pseudopalavras	Apresentação visual – cinco páginas	Leitura de seis pseudopalavras
	5.2.2. Compreensão escrita	Apresentação visual – cinco páginas	A criança deve ler silenciosamente palavras e frases que somam ao total cinco itens, e apontar para a figura alvo entre três opções
	5.2.3. Escrita de palavras e pseudopalavras	Apresentação oral	Ditado e escrita de 14 palavras e cinco pseudopalavras
	5.2.4. Escrita espontânea	Apresentação oral	Escrita espontânea de uma frase completa
5.2.5. Escrita copiada	Apresentação visual – uma página	Cópia de uma frase completa	
6. Habilidades visuoespaciais	6.1. Cópia de figuras	Apresentação visual – quatro páginas	Cópia de quatro figuras, sendo três geométricas e uma semicomplexa
7. Habilidades matemáticas	7.1. Contagem de palitos	Apresentação visual – uma página	Contagem em voz alta de oito figuras em formato de palitos

	7.2. Cálculos matemáticos	Apresentação oral	Cálculos são ditados e a criança deve armar e resolver oito cálculos
8. Funções executivas	8.1. Fluência verbal		
	A) Ortográfica	Apresentação oral	Verbalizar, durante um minuto, palavras que comecem com a letra M
	B) Semântica	Apresentação oral	Verbalizar, durante um minuto, nomes de animais
	8.2. Tarefa Go-no go	Apresentação oral – gravada	60 números são ditos, um de cada vez. A criança deve responder sim a todos, exceto para o número oito

Fonte: Adaptado de Salles et al.(2016)

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente realizou-se uma análise exploratória dos dados, com o objetivo básico de sumarizar os valores, organizando e descrevendo os dados por meio de tabelas com medidas descritivas. As variáveis quantitativas foram descritas utilizando medidas resumo (medidas de tendência central e de dispersão), já as variáveis categóricas utilizou-se frequência absoluta e percentual.

Para atingir os objetivos propostos utilizou-se:

Coeficiente de correlação de *Spearman*, que quantifica a associação entre duas variáveis quantitativas. Este coeficiente varia entre os valores -1 e 1. O valor 0 (zero) significa que não há relação linear, o valor 1 indica uma relação linear perfeita e o valor -1 também indica uma relação linear perfeita, mas inversa, ou seja, quando uma das variáveis aumenta a outra diminui. Quanto mais próximo estiver de 1 ou -1, mais forte é a associação linear entre as duas variáveis, este coeficiente é utilizado quando as variáveis são escores (PAGANO; GAUVREAU, 2004).

Testes *t-Student* para dados quantitativos pareados. No caso, o pareamento pode ser observado pela obtenção das respectivas medidas num mesmo indivíduo do lado esquerdo e direito. Este teste tem por hipótese nula que a diferença entre as medidas obtidas em ambos os períodos é igual a zero. Quando acrescentou-se a variável confundidora, utilizou-se modelo de regressão linear com efeitos mistos. O modelo de regressão linear com efeitos mistos (efeitos aleatórios e fixos). Os modelos lineares de efeitos mistos são utilizados na análise de dados em que as respostas estão agrupadas (medidas repetidas para um mesmo indivíduo- orelha direita e esquerda) e a suposição de independência entre as observações num mesmo grupo não é adequada (SCHALL, 1991). Tal modelo, tem como pressuposto, que o resíduo obtido através da diferença entre os valores preditos pelo modelo e os valores observados tenha distribuição normal com média 0 e variância constante.

Nestas análises considerou-se um nível de significância de 5% e os ajustes foram obtidos no software SAS - versão 9.2 (SAS INSTITUTE INC., 1999).

5 RESULTADOS

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Foram avaliados o total de 24 indivíduos com idade cronológica entre 9.08 e 17.67 anos.

Na Tabela 1, encontra-se a descrição das características gerais por meio da idade cronológica, caracterização do sexo e nível de escolaridade dos pais/cuidadores que acompanhavam os sujeitos no momento da pesquisa.

Tabela 1 - Caracterização sociodemográfica

Variáveis	Média (DP)
Idade cronológica ^a	12.69 (2.07)
	n (%)
Sexo	
Feminino	13 (54.17%)
Masculino	11 (45.83%)
Sistema educacional (n=22)	
Público	16 (72.73%)
Privado	6 (27.27%)
Nível de escolaridade dos pais/cuidadores (n=23)	
Sem instrução	1 (4.35%)
Ensino fundamental incompleto	6 (26.09%)
Ensino fundamental completo	1 (4.35%)
Ensino médio incompleto	2 (8.70%)
Ensino médio completo	8 (34.78%)
Ensino superior incompleto	1 (4.35%)
Ensino superior completo	4 (17.39%)

Legenda: DP – Desvio Padrão; n – Número; % - percentagem

^a Idade cronológica dada em anos

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

A descrição referente aos dados e histórico auditivo encontra-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Caracterização dos dados e histórico auditivos

Variáveis	
	Média (DP)
Idade auditiva ^a (n=24)	9.51 (2.33)
	6.0-14.0
Idade no primeiro IC ^a (n=21)	2.92 (1.57)
Idade no segundo IC ^a (n=14)	8.67 (3.52)
Adaptação do AASI ^a (n=5)	3.08 (1.93)
Média quadritonal dos LA com DEAA ^b (n=24)	27.03 (7.45)
	n (%)
Dispositivo eletrônico auxiliar à audição	
IC bilateral	14 (58.3%)
AASI bilateral	3 (12.5%)
Bimodal (IC+AASI)	3 (12.5%)
IC unilateral	4 (16.7%)
Causas atribuídas a perda auditiva	
Idiopática	12 (54.55%)
Genética	2 (9.09%)
Genética Não Síndrômica	1 (4.55%)
Hereditariedade	1 (4.55%)
Ototoxicidade	1 (4.55%)
Hipoplasia coclear e dos canais semicirculares	1 (4.55%)
Rubéola	1 (4.55%)
Relacionado à Prematuridade	1 (4.55%)
Síndrome do aqueduto vestibular alargado	1 (4.55%)
Síndrome de Usher	1 (4.55%)

Legenda: AASI – Aparelho de Amplificação Sonora Individual; DEAA – Dispositivo Eletrônico Auxiliar à Audição; DP – Desvio Padrão; IC -Implante Coclear; LA – Limiar Auditivo; n – Número; % - percentagem

^a Idade em anos

^b Média tonal das frequências 500 Hertz, 1000 Hertz, 2000 Hertz e 4000 Hertz em decibel nível de pressão sonora

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Com relação ao tempo de intervenção, pôde-se observar que a intervenção auditiva ocorreu em média por volta dos 2.98 anos (± 1.53). Verifica-se que todos os sujeitos usuários de implante coclear bilateral (n=14) realizaram cirurgia sequencial. O intervalo de tempo entre o primeiro e o segundo implante variou de 0.67 a 12.22 anos, com média de intervalo de 5.90 anos (± 3.42).

5.2 TESTE DE PERCEPÇÃO DE FALA

Em relação aos testes de percepção de fala, três sujeitos não completaram a avaliação. Verifica-se que os sujeitos apresentaram alto nível de desenvolvimento das habilidades auditivas (Tabela 3). Observamos correlação positiva moderada entre a prova 6 do GASP e a prova 5 do GASP ($\rho = -0.485$, $p = 0.026$, $n = 21$), bem como entre a prova 6 e o TPF ($\rho = -0.639$, $p = 0.002$, $n = 21$).

Tabela 3 - Medida descritiva do desempenho nos testes de percepção de fala

	Percepção de fala		
	n	Média	Desvio Padrão
GASP			
Prova 1	21	1.00	0.00
Prova 5	21	1.00	0.01
Prova 6	21	0.93	0.23
TPFF	21	0.95	0.12

Legenda: GASP – *Glendonald Auditory Screening Procedure*; n – Número; TPF – Teste de Percepção de Fala com Figuras

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Não foram observadas correlações entre a audibilidade (média quadritonal) medida com os dispositivos eletrônicos e o desempenho nos testes de percepção de fala (Tabela 4).

Tabela 4 - Correlação entre audibilidade e testes de percepção de fala

	n	Média Quadritonal	
		ρ	p^*
GASP			
Prova 1	21	1.00	0.00
Prova 5	21	1.00	0.01
Prova 6	21	0.93	0.23
TPFF	21	0.95	0.12

Legenda: GASP – *Glendonald Auditory Screening Procedure*; n – Número; TPF – Teste de Percepção de Fala com Figuras

* Coeficiente de correlação de *Spearman*. Considerou-se nível de significância de 5%.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

5.3 QUESTIONÁRIOS PARENTAIS

Os resultados referentes ao desempenho de audição e linguagem obtidos por meio da perspectiva dos pais e/ou cuidadores pode ser observado na Tabela 5. Destaca-se que um responsável não completou a avaliação.

Observou-se correlação positiva significativa de magnitude moderada entre os resultados do IT-MAIS com o PEACH ($\rho = 0.592$, $p = 0.003$; $n = 23$), bem como do MUSS com o PEACH ($\rho = 0.687$, $p = 0.000$, $n = 23$).

Tabela 5 - Resultado dos questionários IT-MAIS, MUSS e PEACH (n=23)

Inventários			
	Média (DP)	Mediana	Mín-Máx
IT-MAIS	0.81 (0.18)	0.85	0.23-1.0
MUSS	0.85 (0.14)	0.85	0.45-1.0
PEACH – Total	0.81 (0.17)	0.84	0.34-1.0
PEACH – Silêncio	0.84 (0.17)	0.92	0.38-1.0
PEACH – Ruído	0.77 (0.19)	0.80	0.30-1.0

Legenda: DP – Desvio padrão; IT-MAIS – *Infant-Toddler: Meaningful Auditory Integration Scale*; Máx – máximo; Min – mínimo; MUSS – *Meaningful Use of Speech Scales*; PEACH – *Parent’s Evaluation of Aural/Oral Performance of Children*

Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

5.4 CATEGORIA DE AUDIÇÃO E LINGUAGEM

Na Tabela 6 verifica-se a categorização dos sujeitos quanto as categorias de audição. Verifica-se que a maior parte dos sujeitos (70.83%). encontram-se classificados na categoria máxima de audição, indicando que reconhecem palavras em conjunto aberto.

Tabela 6 – Classificação das habilidades auditivas por categorias (n=24)

Categoria de Audição		
Categoria	n	%
4	1	4.17
5	6	25.00
6	17	70.83

Legenda: n – Número; % - percentagem

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Nas categorias de linguagem, representadas pela Tabela 7, também verificou-se que maior parte dos sujeitos se encontram na categoria 5, ou seja, são fluentes na linguagem oral. Contudo, os resultados também denotam a variabilidade de resultados referente ao desempenho da linguagem.

Tabela 7 - Classificação das habilidades de linguagem oral por categorias (n=24)

Categoria de Linguagem		
Categoria	n	%
3	4	16.67
4	5	20.83
5	15	62.50

Legenda: n – Número; % - percentagem

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

5.5 POTENCIAL EVOCADO DE LONGA LATÊNCIA – P1 E MMN

Os resultados descritivos das variáveis de latência e amplitude para as derivações CzA1 e CzA2 para o componente P1 e MMN encontram-se descritos na Tabela 8 e na Tabela 9, respectivamente.

Com relação ao componente P1, há uma diferença entre o número de respostas analisadas dos referencias CzA1 e CzA2. Um dos sujeitos não apresentou resposta do componente P1 em relação ao referencial CzA1. Ademais, um sujeito não realizou a avaliação eletrofisiológica da audição, e em outro sujeito não foi possível obter as respostas do potencial evocado auditivo devido ao número excessivo de artefatos durante o registro. Sendo assim, foram analisadas as variáveis de vinte e dois sujeitos, sendo 21 orelhas esquerdas e 22 orelhas direitas.

Tabela 8 - Médias de latência e amplitude entre as derivações CzA1 e CzA2 do componente P1

	PEALL -Componente P1		Valor p*
	CzA1 (n=21)	CzA2 (n=22)	
	Média (DP)	Média (DP)	
Latência (ms)	117.28 (34.56)	114 (29.87)	0.54
Amplitude (μ V)	3.60 (1.81)	3.35 (1.57)	0.24

Legenda: CzA1 – Orelha Esquerda; CzA2 – Orelha Direita; DP – Desvio Padrão; ms – milissegundos; n – Número; PEALL – Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência; μ V - microvolts

* Teste t de *Student* para amostras pareadas. Considerou-se nível de significância de 5%.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Em relação a latência para a referência CzA1, o valor mínimo foi de 74.15 ms e o valor máximo de 191.79 ms. Enquanto para a referência CzA2, a latência mínima foi de 79.36 ms e a máxima de 191.79 ms. Os valores de amplitude em CzA1 variaram

de 0.29 μV a 6.90 μV , em contrapartida, em CzA2 o valor mínimo foi de 0.71 μV e o máximo de 6.82 μV .

Quando comparadas as médias de latência e amplitude entre as derivações CzA1 e CzA2, não observou-se diferença estatisticamente significativa.

Tabela 9 - Médias de latência e amplitude entre as derivações CzA1 e CzA2 do MMN

PEALL -MMN			
	CzA1(n=22)	CzA2 (n=22)	Valor p*
	Média (DP)	Média (DP)	
Latência (ms)	290.73 (76.11)	282.26 (84.20)	0.56
Amplitude (μV)	-3.54 (2.14)	-3.71 (1.65)	0.24

Legenda: CzA1 – Orelha Esquerda; CzA2 – Orelha Direita; DP – Desvio Padrão; ms – milissegundos; n – Número; PEALL – Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência; MMN – *Mismatch Negativity*; μV - microvolts

* Teste t de *Student* para amostras pareadas. Considerou-se nível de significância de 5%.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

No que concerne aos valores de latência e amplitude do MMN, foram avaliados o total vinte e dois dos 24 sujeitos. Os valores de latência variam de 177.21 ms a 462.45 ms na referência CzA1, e de 162.64 ms a 463.49 ms em CzA2. Em relação a variável amplitude, o valor mínimo em CzA1 foi de -1.05 μV e o máximo -9.64 μV . Analogamente, para a derivação CzA2 os valores tiveram mínima de -1.58 μV e máxima de -7.44 μV .

Similarmente a comparação do componente P1, não houve indicação estatisticamente significativa de diferença dos valores de latência e amplitude entre as referências CzA1 e CzA2.

5.5.1 Relação com as medidas comportamentais

A seguir, foram realizadas tentativas de estabelecer correlações entre as medidas dos potenciais evocados auditivos de longa latência com as medidas comportamentais. De posse dos coeficientes de correlação, para interpretar o grau de correlação entre as variáveis, utilizou-se os índices propostos por proposta de Callegari-Jacques (2003).

A variável prova 1 do GASP não foi considerada nas análises por não ter apresentado variância. Na análise de correlação, foi identificada correlação negativa

significante moderada ($\rho = -0.508$, $p = 0.031$, $n = 18$) entre o teste de percepção de fala com figuras e a medida de latência da derivação CzA1 do potencial P1 (Tabela 10), indicando que os sujeitos que obtiveram maiores valores de latência apresentam menores desempenhos no teste de percepção de fala.

Tabela 10 - Correlação entre PEALL e testes de percepção de fala

		P1				MMN			
		CzA1 (n=18)		CzA2 (n=19)		CzA1 (n=19)		CzA2 (n=19)	
		ms	μV	ms	μV	ms	μV	ms	μV
GASP	ρ	-0.164	0.070	-0.215	0.129	0.129	0.129	0.172	0.129
P5	p^*	0.516	0.782	0.376	0.598	0.598	0.598	0.481	0.598
GASP	ρ	-0.329	0.282	-0.148	0.286	0.056	0.089	0.053	-0.076
P6	p^*	0.183	0.258	0.545	0.234	0.820	0.718	0.830	0.758
TPFF	ρ	-0.508	0.456	-0.299	0.386	-0.151	-0.173	-0.185	-0.296
	p^*	0.031	0.057	0.214	0,102	0.538	0.478	0.449	0.219

Legenda: GASP – *Glendonald Auditory Screening Procedure*; ms – milsegundos; P- Prova; p – P-valor; ρ – Coeficiente de correlação de *Spearman*; TPFF – Teste de Percepção de Fala com Figuras; MMN – *Mismatch Negativity*; μV – microvolts

* Coeficiente de correlação de *Spearman*. Considerou-se nível de significância de 5%.

Grifos em negrito indicam os resultados significativos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Tabela 11 - Correlação entre PEALL e os questionários parentais

		P1				MMN			
		CzA1 (n=20)		CzA2 (n=21)		CzA1 (n=21)		CzA2 (n=21)	
		ms	μV	ms	$\mu V$	ms	$\mu V$	ms	$\mu V$
IT-MAIS	ρ	-0.151	-0.071	0.015	-0.120	0.008	-0.075	0.036	0.285
	p^*	0.524	0.767	0.948	0.604	0.973	0.747	0.877	0.210
MUSS	ρ	0.123	0.081	-0.189	-0.173	0.174	-0.208	0.315	0.001
	p^*	0.604	0.735	0.413	0.453	0.451	0.366	0.165	0.996
PEACH	ρ	0.205	-0.009	-0.281	-0.154	0.072	-0.242	0.244	-0.150
	p^*	0.917	0.970	0.217	0,504	0.758	0.291	0.287	0.517

Legenda: IT-MAIS – *Infant-Toddler: Meaningful Auditory Integration Scale*; ms – milsegundos; MMN – *Mismatch Negativity*; MUSS – *Meaningful use of Speech Scales*; PEACH – *Parent's Evaluation of Aural/Oral Performance of Children*; p – P-valor; ρ – Coeficiente de correlação de *Spearman*; μV – microvolts

* Coeficiente de correlação de *Spearman*. Considerou-se nível de significância de 5%.

Grifos em negrito indicam os resultados significativos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Não foram observadas correlações entre as medidas dos PEALL e os questionários parentais (Tabela 11).

5.6 FUNÇÕES NEUROCOGNITIVAS - NEUPSILIN-Inf

Foram analisados o perfil neuropsicológico de vinte e dois sujeitos. O tempo de aplicação da bateria neuropsicológica NEUPSILIN-Inf foi de em média 76.09 minutos ($\pm 28;38$). Em algumas tarefas, alguns sujeitos não receberam pontuação devido à dificuldade de compreensão na tarefa a ser realizada. Ademais, em um dos sujeitos não foi possível realizar a aplicação completa da bateria devido à quebra do dispositivo eletrônico auxiliar à audição.

A distribuição dos resultados de média e desvio padrão dos desempenhos de todas as funções, incluindo os subtestes, do NEUPSILIN-Inf, está descrita na Tabela 12. Observa-se que, de forma geral, as médias do grupo avaliado sugerem desempenho representativo de déficit, considerando o ponto de corte de $z \leq -1.5$.

Tabela 12 – Média e desvio padrão do desempenho dos participantes na avaliação neuropsicológica breve

Subtestes	n	Média	DP
1. Orientação	22	-1.69	2.99
2. Atenção	22	-2.08	1.79
2.1. Atenção visual - Cancelamento de figuras	22	-0.44	1.37
2.1.1. Tempo de execução (segundos)	22	-0.72	0.85
2.2. Atenção auditiva - Repetição de sequências de dígitos (ordem direta)	22	-2.72	2.57
Maior sequência respondida corretamente (<i>span</i>)	22	-2.31	2.30
3. Percepção	22	-0.81	1.87
3.1. Reconhecimento de emoções em face	22	0.17	.
3.2. Percepção visual - Constância de forma e constância de objeto	22	-0.40	1.65
4. Memória	22	-1.53	1.38
4.1. Memória de trabalho (operacional)	22	-1.35	1.21
4.1.1. Memória de trabalho (operacional) - Componente fonológico e executivo central	22	-1.86	1.14
A) Repetição de dígitos (ordem inversa)	22	-1.20	1.37
Maior sequência respondida corretamente (<i>span</i>)	22	-0.97	1.06
B) <i>Span</i> de pseudopalavras	22	-1.67	0.86
Maior sequência respondida corretamente (<i>span</i>)	22	-1.52	1.09
4.1.2. Memória de trabalho (operacional) – Visuoespacial	22	-0.04	1.19
Maior sequência respondida corretamente (<i>span</i>)	22	-0.10	1.21

Subtestes	n	Média	DP
4.2. Memória episódico-semântica verbal	22	-1.39	1.06
A) Evocação imediata	22	-0.91	0.85
B) Evocação tardia	22	-1.47	1.20
4.3. Memória semântica	22	-2.28	3.16
4.4. Memória episódico-semântica visuoverbal - Lista de figuras – Recordação	22	0.42	1.32
5. Linguagem	22	-2.83	2.94
5.1. Linguagem Oral	22	-1.92	1.84
5.1.1. Nomeação	22	-3.01	6.15
5.1.2. Consciência fonológica – Total	18	-1.49	2.74
A) Rima	18	-0.72	1.38
B) Subtração fonêmica	18	-1.63	2.72
5.1.3. Compreensão oral	22	-0.59	2.12
5.1.4. Processamento inferencial	21	-1.15	0.89
5.2. Linguagem escrita	22	-3.02	3.47
5.2.1. Leitura em voz alta	22	-4.88	5.39
A) Sílabas	22	-1.27	2.09
B) Palavras	22	-3.14	3.08
C) Pseudopalavras	22	-2.41	3.08
5.2.2. Compreensão escrita	22	-1.39	3.02
5.2.3. Escrita de palavras e pseudopalavras	21	-1.98	1.98
A) Palavras	21	-1.37	1.94
B) Pseudopalavras	21	-2.44	1.84
5.2.4. Escrita espontânea	21	-0.95	2.05
5.2.5. Escrita copiada	21	-0.31	1.42
6. Habilidades visuoestrutivas - Cópia de figuras	22	0.72	0.88
A) Quadrado	22	0.47	0.78
B) Losango	22	0.66	0.70
C) Margarida	22	0.16	0.95
D) Figura dupla	22	0.60	1.02
Tempo de execução (segundos)	22	-0.38	0.97
7. Habilidades aritméticas	22	-0.68	2.04
7.1. Contagem de palitos	22	-0.41	1.87
7.2. Cálculos matemáticos	22	-0.68	2.03
8. Funções executivas			
8.1. Fluência verbal	21	-0.78	1.78
A) Ortográfica	21	-1.00	1.03
B) Semântica	21	-0.24	1.87
8.2. Tarefa Go-no Go	21	-1.83	4.50

Legenda: n – número; DP – desvio padrão

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Em relação à idade cronológica houve correlação de significância estatística ($p < 0.05$) de associação inversamente proporcional de grau moderado em 9 tarefas das 47 analisadas. Para o domínio atenção, as análises indicaram correlação com a

tarefa de atenção auditiva, para o domínio percepção observou-se correlação com a tarefa de constância de forma e de objeto, para o domínio memória houve significância para o escore total de Memória, escore total de Memória de trabalho (operacional), escore total Memória episódico-semântico verbal, Memória episódico-semântico verbal – Evocação imediata. Por fim, para o domínio linguagem os valores foram significativos para as tarefas de compreensão oral, escore total de Leitura em voz alta e Leitura em voz alta - Pseudopalavras.

Também foram conduzidas análises com o objetivo de verificar correlação entre os domínios neuropsicológicos e a idade auditiva. Das 47 tarefas analisadas, observou-se significância estatística inversamente proporcional para dezenove tarefas, sendo duas de grau forte e as demais de grau moderado. Os resultados significativos estão dispostos na Tabela 13.

Tabela 13- Análises de correlação significativa entre a idade auditiva e o desempenho neuropsicológico

	Idade Auditiva		
	n	ρ	p^*
Atenção	22	-0.63613	0.0015
Atenção auditiva - Repetição de sequências de dígitos (ordem direta)	22	-0.72265	0.0001
Maior sequência respondida corretamente (<i>span</i>)	22	-0.61883	0.0021
Percepção			
Percepção visual - Constância de forma e constância de objeto	21	-0.56465	0.0077
Memória	22	-0.61312	0.0024
Memória de trabalho (operacional)	22	-0.58597	0.0042
Memória de trabalho (operacional) - Componente fonológico e executivo central	22	-0.46691	0.0285
<i>Span</i> de pseudopalavras - Maior sequência respondida corretamente (<i>span</i>)	22	-0.59290	0.0036
Memória episódico-semântica verbal	22	-0.67808	0.0005
Evocação imediata	22	-0.69610	0.0003
Evocação tardia	22	-0.51601	0.0140
Linguagem			
Consciência fonológica – Total	18	-0.52534	0.0252
Subtração fonêmica	18	-0.53699	0.0216
Compreensão oral	20	-0.54033	0.0139
Linguagem escrita	22	-0.43200	0.0447
Leitura em voz alta	22	-0.73252	0.0001
Palavras	18	-0.51191	0.0299
Pseudopalavras	21	-0.67676	0.0008

Legenda: n – número de sujeitos; p – P-valor; ρ – Coeficiente de correlação de *Spearman*

* Coeficiente de correlação de Spearman. Considerou-se nível de significância de 5%.

Grifos em negrito indicam os resultados significativos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

5.6.1 Perfil neuropsicológico, testes de percepção de fala e categorias de audição e linguagem

Com relação aos testes de percepção de fala, apenas a prova seis do GASP apresentou correlação (moderada) com as medidas da avaliação das habilidades neuropsicológicas. Sujeitos com melhor desempenho de compreensão auditiva apresentam melhores desempenho de orientação ($\rho = 0.556$; $p = 0.0204$), memória semântica ($\rho = 0.451$; $p = 0.0459$), linguagem total ($\rho = 0.520$; $p = 0.0185$), linguagem oral ($\rho = 0.520$; $p = 0.0185$), linguagem escrita ($\rho = 0.466$; $p = 0.0383$), compreensão oral ($\rho = 0.533$; $p = 0.0188$) e escrita ($\rho = 0.486$; $p = 0.0476$), e em tarefas de escrita – pseudopalavras ($\rho = 0.466$; $p = 0.0382$) e espontânea ($\rho = 0.481$; $p = 0.0367$).

A seguir, os dados calculados a partir de estatística descritiva (média e desvio padrão) do grupo estudado serão apresentados em tabelas distribuídas por grupos e subgrupos de habilidades da avaliação neuropsicológica breve, considerando a classificação categórica de audição e de linguagem, a fim de facilitar a interpretação.

5.6.1.1 Orientação, atenção e percepção

Com relação as categorias de audição, observa-se a partir de comparação das médias, que o grupo classificado na categoria 6 de audição apresentou melhores desempenhos quando comparado as demais categorias. Verifica-se a mesma tendência em relação as categorias de linguagem (Tabela 14).

Apesar de a amostra classificada no nível máximo das categorias de audição e linguagem apresentarem melhor desempenho, estas ainda apresentam desempenho sugestivo de déficit neuropsicológico ($z \leq -1,5$) em diversas tarefas.

Tabela 14 - Desempenho dos participantes, agrupados por categoria de audição e linguagem, na avaliação das funções de orientação, atenção e percepção

	Categoria de Audição					
	Categoria 4 (n=1)		Categoria 5 (n=6)		Categoria 6 (n=17)	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1.Orientação	-8.17	.	-3.54	3.15	-0.39	1.72
2. Atenção	-1.88	.	-3.09	1.51	-1.69	1.84
2.1. Atenção visual - Cancelamento de figuras	-0.70	.	-0.29	0.68	-0.49	1.63
2.1.1. Tempo de execução (segundos)	0.25	.	-0.60	1.02	-0.84	0.78

2.2. Atenção auditiva - Repetição de sequências de dígitos (ordem direta)	-2.51	.	-4.02	1.76	-2.21	2.79
Maior sequência respondida corretamente (<i>span</i>)	-3.16	.	-3.53	2.80	-1.76	2.03
3. Percepção	-6.33	.	-1.41	1.63	-0.24	1.26
3.1. Reconhecimento de emoções em face	.	.	.	.	0.17	.
3.2. Percepção visual - Constância de forma e constância de objeto	-3.00	.	-0.81	2.56	-0.09	1.18

Categoria de linguagem

	Categoria 3 (n=4)		Categoria 4 (n=5)		Categoria 5 (n=15)	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1. Orientação	-5.16	3.34	-2.61	3.93	-0.39	1.72
2. Atenção	-2.20	0.58	-3.87	1.86	-1.69	1.84
2.1. Atenção visual - Cancelamento de figuras	-0.49	0.76	-0.16	0.52	-0.49	1.63
2.1.1. Tempo de execução (segundos)	-0.93	1.01	0.13	0.67	-0.84	0.78
2.2. Atenção auditiva - Repetição de sequências de dígitos (ordem direta)	-2.76	0.22	-5.20	1.88	-2.21	2.79
Maior sequência respondida corretamente (<i>span</i>)	-3.42	3.00	-3.55	2.47	-1.76	2.03
3. Percepção	-2.93	2.80	-0.82	1.20	-0.24	1.26
3.1. Reconhecimento de emoções em face	.	.	.	.	0.17	.
3.2. Percepção visual - Constância de forma e constância de objeto	-0.46	1.70	-2.61	3.93	-0.09	1.18

Legenda: DP – desvio padrão; n - número

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

5.6.1.2 Memória

Na avaliação da habilidade de memória descrita na Tabela 15, pode-se perceber que todos os grupos categóricos apresentam alerta para déficit ou déficit neuropsicológico para esta função. De forma geral, quanto maior a categoria melhor foi o desempenho.

Tabela 15 - Desempenho dos participantes, agrupados por categoria de audição e linguagem, na avaliação da função de memória

	Categoria de Audição					
	Categoria 4 (n=1)		Categoria 5 (n=6)		Categoria 6 (n=17)	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
4. Memória	-1.87	.	-2.41	0.94	-1.16	1.43
4.1. Memória de trabalho (operacional)	-1.60	.	-2.10	0.90	-1.03	1.25
4.1.1. Memória de trabalho (operacional) - Componente fonológico e executivo central	-3.24	.	-2.55	0.72	-1.49	1.13
A) Repetição de dígitos (ordem inversa)	-2.21	.	-1.80	1.39	-0.90	1.34
Maior sequência respondida corretamente (<i>span</i>)	-1.97	.	-1.30	0.99	-0.78	1.08

B) <i>Span</i> de pseudopalavras	-2.88	.	-2.24	0.66	-1.36	0.78
Maior sequência respondida corretamente (<i>span</i>)	-3.03	.	-1.73	0.75	-1.34	1.17
4.1.2. Memória de trabalho (operacional) – Visuoespacial	0.81	.	-0.60	1.27	0.13	1.16
Maior sequência respondida corretamente (<i>span</i>)	0.76	.	-0.39	1.48	-0.05	1.15
4.2. Memória episódico-semântica verbal	-1.92	.	-1.93	0.82	-1.14	1.10
A) Evocação imediata	-0.71	.	-0.78	0.83	-0.98	0.90
B) Evocação tardia	-2.24	.	-2.49	0.70	-1.01	1.13
4.3. Memória semântica	-3.95	.	-5.61	3.74	-0.84	1.66
4.4. Memória episódico-semântica visuoverbal - Lista de figuras – Recordação	0.32	.	0.15	0.93	0.54	1.51

Categoria de linguagem

	Categoria 3 (n=4)		Categoria 4 (n=5)		Categoria 5 (n=15)	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
4. Memória	-1.93	0.97	-2.88	0.40	-1.16	1.43
4.1. Memória de trabalho (operacional)	-1.65	0.87	-2.53	0.59	-1.03	1.25
4.1.1. Memória de trabalho (operacional) - Componente fonológico e executivo central	-2.37	0.69	-3.01	0.65	-1.49	1.13
A) Repetição de dígitos (ordem inversa)	-1.38	1.20	-2.49	1.30	-0.90	1.34
Maior sequência respondida corretamente (<i>span</i>)	-1.17	0.94	-1.69	1.05	-0.78	1.08
B) <i>Span</i> de pseudopalavras	-2.53	0.61	-2.06	0.72	-1.36	0.78
Maior sequência respondida corretamente (<i>span</i>)	-2.31	0.96	-1.38	0.01	-1.34	1.17
4.1.2. Memória de trabalho (operacional) – Visuoespacial	-0.06	1.24	-0.85	1.43	0.13	1.16
Maior sequência respondida corretamente (<i>span</i>)	0.01	0.58	-0.54	2.29	-0.05	1.15
4.2. Memória episódico-semântica verbal	-1.55	0.77	-2.44	0.36	-1.14	1.10
A) Evocação imediata	-0.51	0.89	-1.11	0.50	-0.98	0.90
B) Evocação tardia	-1.99	0.39	-3.08	0.03	-1.01	1.13
4.3. Memória semântica	-3.10	2.70	-8.40	1.10	-0.84	1.66
4.4. Memória episódico-semântica visuoverbal - Lista de figuras – Recordação	-0.32	0.78	0.83	0.33	0.54	1.51

Legenda: DP – desvio padrão; n - número

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

5.6.1.3 Linguagem

Com relação a função de linguagem é possível observar que os grupos categóricos apresentaram pior desempenho na avaliação de linguagem escrita do que na de linguagem oral, conforme Tabela 16. Ao comparar o desempenho dos grupos categóricos de audição e linguagem, observa-se a manutenção da tendência de melhor desempenho para a amostra com melhores habilidades auditivas e de linguagem.

Tabela 16 - Desempenho dos participantes, agrupados por categoria de audição e linguagem, na avaliação da função de linguagem

	Categoria de Audição					
	Categoria 4 (n=1)		Categoria 5 (n=6)		Categoria 6 (n=17)	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
5. Linguagem	-6.01	.	-5.73	3.12	-1.45	1.77
5.1. Linguagem Oral	-4.53	.	-3.72	1.82	-1.03	1.08
5.1.1. Nomeação	-4.09	.	-5.46	7.97	-1.52	5.29
5.1.2. Consciência fonológica – Total	.	.	-4.81	5.89	-0.83	1.14
A) Rima	.	.	-2.31	2.29	-0.40	0.95
B) Subtração fonêmica	.	.	-4.48	5.60	-1.06	1.55
5.1.3. Compreensão oral	-5.50	.	-1.90	3.16	0.22	0.51
5.1.4. Processamento inferencial	-1.68	.	-1.65	0.45	-0.95	0.96
5.2. Linguagem escrita	-4.98	.	-6.17	4.22	-1.62	2.24
5.2.1. Leitura em voz alta	-3.81	.	-7.74	6.75	-3.81	4.74
A) Sílabas	-3.54	.	-3.06	2.38	-0.57	1.72
B) Palavras	-4.35	.	-5.14	2.64	-1.94	2.93
C) Pseudopalavras	-2.04	.	-2.61	2.12	-2.36	3.50
5.2.2. Compreensão escrita	-5.50	.	-2.70	2.67	-0.39	2.85
5.2.3. Escrita de palavras e pseudopalavras	-4.18	.	-3.93	1.52	-1.19	1.60
A) Palavras	-3.05	.	-3.32	1.81	-0.61	1.50
B) Pseudopalavras	-4.22	.	-3.81	1.29	-1.86	1.77
5.2.4. Escrita espontânea	-3.41	.	-2.70	2.51	-0.15	1.36
5.2.5. Escrita copiada	.	.	0.28	0.23	-0.51	1.61

	Categoria de linguagem					
	Categoria 3 (n=4)		Categoria 4 (n=5)		Categoria 5 (n=15)	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
5. Linguagem	-4.96	2.29	-6.86	3.67	-1.45	1.77
5.1. Linguagem Oral	-3.59	1.75	-4.16	1.92	-1.03	1.08
5.1.1. Nomeação	-7.99	7.40	0.29	0.00	-1.52	5.29
5.1.2. Consciência fonológica – Total	-0.58	.	-6.92	6.53	-0.83	1.14
A) Rima	-0.32	.	-3.31	2.13	-0.40	0.95
B) Subtração fonêmica	-0.66	.	-6.39	6.40	-1.06	1.55
5.1.3. Compreensão oral	-2.44	3.43	-2.61	3.93	0.22	0.51
5.1.4. Processamento inferencial	-1.48	0.34	-1.84	0.44	-0.95	0.96
5.2. Linguagem escrita	-4.67	2.15	-7.78	5.47	-1.62	2.24
5.2.1. Leitura em voz alta	-3.84	2.62	-11.63	7.63	-3.81	4.74
A) Sílabas	-3.18	1.96	.	.	-0.57	1.72
B) Palavras	-4.39	1.38	-5.89	3.59	-1.94	2.93
C) Pseudopalavras	-2.13	2.13	-3.29	1.68	-2.36	3.50
5.2.2. Compreensão escrita	-4.15	1.93	-1.69	3.21	-0.39	2.85
5.2.3. Escrita de palavras e pseudopalavras	-4.36	1.48	-3.19	0.96	-1.19	1.60
A) Palavras	-3.82	1.71	-2.18	0.90	-0.61	1.50
B) Pseudopalavras	-3.82	1.44	-3.99	0.78	-1.86	1.77

5.2.4. Escrita espontânea	-1.87	1.77	-4.70	2.36	-0.15	1.36
5.2.5. Escrita copiada	0.39	0.33	0.17	0.00	-0.51	1.61

Legenda: DP – desvio padrão; n - número

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

5.6.1.5 Habilidades visuoespaciais e aritméticas

Conforme a Tabela 17, os resultados demonstram que os grupos apresentaram bom desempenho na avaliação das habilidades visuoespaciais. Quando observamos o desempenho a partir da categoria de audição, percebe-se que a amostra da categoria 6 apresentou melhor desempenho. Para a categoria de linguagem, observa-se que o mesmo padrão de desempenho não se manteve.

Em relação ao desempenho na avaliação das habilidades aritméticas, a amostra da categoria 5 de audição apresentou escores indicativos de déficit e inferiores ao da amostra da categoria 6. A amostra da categoria 4 de linguagem apresentou escores inferiores aos demais grupos, sendo este sugestivo de déficit.

Tabela 17 - Desempenho dos participantes, agrupados por categoria de audição e linguagem, na avaliação da função de habilidades visuoespaciais e de aritmética

	Categoria de Audição					
	Categoria 4 (n=1)		Categoria 5 (n=6)		Categoria 6 (n=17)	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
6. Habilidades visuoespaciais - Cópia de figuras	1.06	.	0.50	0.72	0.79	0.98
A) Quadrado	1.00	.	0.15	1.14	0.57	0.61
B) Losango	1.12	.	0.69	0.51	0.62	0.79
C) Margarida	1.20	.	-0.01	0.73	0.16	1.04
D) Figura dupla	-0.19	.	0.42	1.09	0.73	1.03
Tempo de execução (segundos)	-0.30	.	-0.45	1.27	-0.35	0.92
7. Habilidades aritméticas	0.75	.	-2.56	1.52	-0.03	1.82
7.1. Contagem de palitos	.	.	-1.65	3.24	0.21	0.10
7.2. Cálculos matemáticos	0.75	.	-2.53	1.49	-0.03	1.82
	Categoria de linguagem					
	Categoria 3 (n=4)		Categoria 4 (n=5)		Categoria 5 (n=15)	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
6. Habilidades visuoespaciais - Cópia de figuras	0.83	0.69	0.25	0.66	0.79	0.98
A) Quadrado	-0.09	1.40	0.76	0.03	0.57	0.61
B) Losango	0.86	0.65	0.60	0.20	0.62	0.79
C) Margarida	0.42	0.97	-0.17	0.46	0.16	1.04

D) Figura dupla	0.79	0.76	-0.29	1.11	0.73	1.03
Tempo de execução (segundos)	-0.90	0.51	0.21	1.60	-0.35	0.92
7. Habilidades aritméticas	-0.92	1.50	-3.66	0.83	-0.03	1.82
7.1. Contagem de palitos	0.27	.	-2.61	3.93	0.21	0.10
7.2. Cálculos matemáticos	-0.92	1.49	-3.59	0.84	-0.03	1.82

Legenda: DP – desvio padrão; n - número

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

5.6.1.5 Funções executivas

Considerando as funções executivas, observa-se uma tendência maior aos escores negativos conforme menor é a categoria de audição e de linguagem, conforme Tabela 16. Contudo, observa-se uma exceção para o subteste Go-no go – tarefa voltada para avaliação do controle inibitório – e de fluência verbal ortográfica quando comparado o desempenho por meio das categorias de linguagem.

Tabela 18 - Desempenho dos participantes, agrupados por categoria de audição e linguagem, na avaliação das funções executivas

	Categoria de Audição					
	Categoria 4 (n=1)		Categoria 5 (n=6)		Categoria 6 (n=17)	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
8. Funções executivas						
8.1. Fluência verbal	-2.01	.	-1.36	1.06	-0.50	1.97
A) Ortográfica	-1.94	.	-1.11	0.59	-0.90	1.15
B) Semântica	-1.37	.	-1.01	1.01	0.09	2.06
8.2. Tarefa Go-no Go	-2.38	.	-2.62	2.71	-1.53	5.14
	Categoria de linguagem					
	Categoria 3 (n=4)		Categoria 4 (n=5)		Categoria 5 (n=15)	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
8. Funções executivas						
8.1. Fluência verbal	-1.79	1.09	-0.82	0.14	-0.50	1.97
A) Ortográfica	-1.54	0.54	-0.67	0.21	-0.90	1.15
B) Semântica	-1.27	1.11	-0.67	0.00	0.09	2.06
8.2. Tarefa Go-no Go	-3.78	2.02	-0.18	0.20	-1.53	5.14

Legenda: DP – desvio padrão; n - número

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

5.6.2 Correlação das funções cognitivas com os potenciais evocados auditivos de longa latência

Foram realizadas análises de correlação a fim de estabelecer relação entre as medidas dos potenciais evocados auditivos de longa latência com as funções neuropsicológicas avaliadas. Não foram consideradas para estas análises os dados de tempo/velocidade, além das subtarefas do domínio percepção, habilidades visuoespaciais e habilidades aritméticas.

Apesar de não observarmos diferença estatística significativa entre os referenciais CzA1 e CzA2 dos potenciais evocados, mantivemos a descrição de ambos devido a algumas análises apresentarem resultados significativos para apenas uma das derivações. Os dados brutos das análises de correlação realizadas encontram-se no Apêndice C e Apêndice D.

Em relação ao componente P1, apresentamos na tabela abaixo (Tabela 19) apenas as habilidades neuropsicológicas e/ou subtarefas que apresentaram significância estatística.

Foi observada correlação negativa moderada entre a medida de latência do referencial CzA1 e a função de orientação, de memória, mais especificamente de memória de trabalho visuoespacial, e a compreensão escrita que corresponde ao constructo de linguagem. No que concerne à medida de amplitude deste mesmo referencial, a análise indicou correlação positiva moderada com a função de orientação, atenção, linguagem (linguagem oral e linguagem escrita) fluência verbal (função executiva). Destaca-se, ainda, que para a função de memória, também observou-se correlação da amplitude de CzA1 com a tarefa que avalia o componente fonológico da memória de trabalho e tarefas que avaliam a memória de longo prazo, neste contexto representada pelas tarefas de evocação tardia e memória semântica. Enquanto para a função de linguagem, o valor p indicou correlação com a tarefa de processamento inferencial e algumas tarefas de linguagem escrita envolvendo a leitura.

Tratando-se das correlações observadas no referencial CzA2, as análises evidenciaram correlação negativa moderada da medida de latência com o desempenho em atenção auditiva, percepção, memória, memória operacional (componente fonológico e executivo central, e visuoespacial) e a memória declarativa (episódico-semântica), bem como com a tarefa de escrita de palavras. Enquanto a

medida de amplitude do mesmo referencial, correlacionou-se de forma positiva com o desempenho na função de orientação, atenção (e atenção auditiva), com o componente oral de linguagem, e a função executiva (controle inibitório). Dentro da função de memória, a variável correlacionou-se com o componente fonológico da memória de trabalho operacional, e com as tarefas de habilidade metafonológica e de leitura da função de linguagem. Os valores do coeficiente de *Spearman* indicaram correlação moderada

Tabela 19 - Correlação significativa entre as variáveis do componente P1 e o desempenho nas tarefas neuropsicológicas

	P1 – CzA1			
	Latência		Amplitude	
	ρ	p^*	ρ	p^*
Orientação	-0.59030	0.0126	0.53587	0.0266
Atenção			0.56140	0.0124
Atenção auditiva - Repetição de sequências de dígitos (ordem direta)			0.58421	0.0086
Memória				
<i>Span</i> de pseudopalavras			0.68423	0.0012
Visuoespacial – Maior <i>span</i>	-0.46953	0.0425		
Memória episódico-semântica verbal			0.46971	0.0424
Evocação tardia			0.47888	0.0380
Memória semântica			0.50330	0.0280
Linguagem			0.60702	0.0059
Linguagem Oral			0.66842	0.0018
Processamento inferencial			0.57902	0.0118
Linguagem escrita			0.53684	0.0178
Leitura em voz alta			0.60114	0.0065
Sílabas			0.52500	0.0445
Palavras			0.6147	0.0086
Compreensão escrita	-0.48770	0.0470		
Funções executivas				
Fluência verbal			0.45810	0.0486
	P1 – CzA2			
	Latência		Amplitude	
	P	p^*	P	p^*
Orientação			0.65849	0.0041
Atenção			0.61000	0.0043
Atenção auditiva - Repetição de sequências de dígitos (ordem direta)	-0.44904	0.0470	0.52426	0.0176
Percepção	-0.52820	0.0167		
Memória	-0.62039	0.0035		

Memória de trabalho (operacional)	-0.57976	0.0074		
Span de pseudopalavras			0.55761	0.0106
Memória de trabalho (operacional) – Visuoespacial	-0.56304	0.0097		
Memória episódico-semântica verbal	-0.60406	0.0048		
Evocação imediata	-0.49736	0.0257		
Evocação tardia	-0.47756	0.0332		
Linguagem				
Linguagem Oral			0.57841	0.0075
Consciência fonológica – Total			0.51950	0.0392
Subtração fonêmica			0.62739	0.0093
Leitura em voz alta			0.63654	0.0025
Sílabas			0.59643	0.0189
Pseudopalavras			0.52974	0.0163
Escrita de palavras	-0.53649	0.0147		
Funções executivas				
Tarefa Go-no Go	-0.08656	0.7167	0.44411	0.0498

Legenda: p – P-valor; ρ – Coeficiente de correlação de *Spearman*

* Coeficiente de correlação de *Spearman*. Considerou-se nível de significância de 5%.

Grifos em negrito indicam os resultados significativos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Quando analisada a correlação das variáveis de latência e amplitude do MMN com o desempenho neuropsicológico, observou-se significância somente para a derivação CzA2 (Tabela 20). A medida de latência foi positivamente correlacionada com as duas medidas de memória de trabalho operacional, enquanto a variável amplitude foi correlacionada negativamente com a linguagem e a tarefa de escrita.

Tabela 20 - Correlação significativa entre as variáveis do *Mismatch Negativity* e o desempenho nas tarefas neuropsicológicas

	MMN – CzA2			
	Latência		Amplitude	
	ρ	p*	ρ	p*
Memória				
Memória de trabalho (operacional) - Componente fonológico e executivo central	0.55380	0.0113		
Repetição de dígitos (ordem inversa)	0.51110	0.0213		
Linguagem				
Escrita de palavras e pseudopalavras			-0.47820	0.0330
Palavras			-0.53479	0.0151

Legenda: p – P-valor; ρ – Coeficiente de correlação de *Spearman*, MMN – *Mismatch Negativity*

* Coeficiente de correlação de *Spearman*. Considerou-se nível de significância de 5%.

Grifos em negrito indicam os resultados significativos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

6 DISCUSSÃO

Observa-se que maior parte dos sujeitos da pesquisa são usuários de dispositivo bilateral. Todos os usuários de implante bilateral realizaram implantação de forma sequencial, dez dos 14 receberam o primeiro implante na orelha direita. A literatura científica destaca os benefícios da audição binaural para o desenvolvimento das habilidades auditivas e de linguagem (HAWLEY; LITOVSKY; CULLING, 2004; SARANT et al., 2014). O uso bilateral de dispositivos auxiliares à audição permitem otimizar a atividade cerebral, além de influenciar em melhores desempenhos quanto à habilidade auditiva de localização, discriminação e reconhecimento de fala, o que impacta positivamente no desempenho linguístico e cognitivo (HYPPOLITO; BENTO, 2012; LITOVSKY; JOHNSTONE; GODAR, 2006; SARANT et al., 2014).

6.1 PERCEPÇÃO DE FALA

O desenvolvimento das habilidades auditivas ocorre de forma gradual, e este, está atrelado a maturação das vias auditivas que por sua vez, está diretamente relacionada ao input auditivo frequente e apropriado (MOORE, 2002). A relação entre audição e linguagem é intrínseca, uma vez que a audibilidade pode ser considerada o ponto inicial para o desenvolvimento da linguagem oral. No presente estudo, as análises estatísticas conduzidas não revelaram correlação entre a média quadritonal e o desempenho nos testes de percepção de fala.

As provas 5 e 6 do GASP e o TPF foram utilizados a fim de avaliar as habilidades auditivas mais avançadas. Os resultados observados sugerem um bom desempenho auditivo da amostra. Para o desenvolvimento das habilidades auditivas mais complexas, geralmente é necessária uma experiência mais longa com os DEAA (SILVA et al., 2017b). O presente estudo, no entanto, não confirmou esses resultados. Não foram observadas correlações entre o desempenho auditivo e a idade auditiva, bem como de outros fatores auditivos. Do mesmo modo, Silva e colaboradores (2019) não observaram correlação entre o desempenho auditivo e a idade auditiva. Entretanto, estabeleceram idades auditivas como marcador clínico para o desenvolvimento das habilidades de reconhecimento e compreensão auditiva, sendo 41 ± 4 meses e 53 ± 4 meses, respectivamente.

A partir deste cenário de ausência de correlações, podemos hipotetizar que eventualmente, os testes aplicados possam atingir um efeito de teto para usuários experientes.

O IT-MAIS, MUSS e PEACH são três questionários muito utilizados na prática clínica, pois são ferramentas de avaliação que permitem monitorar o desenvolvimento auditivo e de linguagem, e implica na participação efetiva dos cuidadores nas observações diárias, auxiliando os profissionais a validar os benefícios do uso dos dispositivos eletrônicos auxiliares à audição.

No IT-MAIS, os sujeitos avaliados apresentaram uma média de desempenho de 81%. Contudo, destaca-se que mesmo após mais de seis anos de uso dos dispositivos, a média alcançada da amostra avaliada não atingiu valor máximo (100%). Resultados similares foram reportados por Wang e colaboradores (2008). Ao contrário dos achados de nossa pesquisa, a revisão sistemática conduzida por Fernandes et al. (2015) observou que o desempenho das habilidades auditivas em crianças usuárias de IC medido por meio do IT-MAIS, apresenta resultados que variaram entre 65% a 100% no intervalo de um a dois anos de uso do IC.

Com relação à habilidade de linguagem oral avaliada pelo inventário MUSS, verificou-se que a amostra estudada apresentou uma média de 85%. Recordar-se que o grupo avaliado são usuários de dispositivo eletrônico auxiliares à audição de longa data com média de uso de 9.51 anos (± 2.33). Alguns estudos destacam a variabilidade de desempenho da linguagem, Umat et al. (2010) encontraram uma média de 61,74 ($\pm 23,79\%$) na MUSS ao avaliarem crianças com uma média de 6,4 ($\pm 2,3$) anos de idade auditiva, e Duchesne, Sutton e Bergeron (2009) concluíram em seu estudo que mesmo após até 6 anos de experiência auditiva algumas crianças ainda não apresentam habilidades de linguagem dentro do esperado para idade. Em nosso estudo nenhuma correlação foi observada entre o desempenho na escala e a idade auditiva.

Os resultados encontrados na aplicação destes questionários nos leva a pensar que o tempo de estimulação auditiva, ou seja, a idade auditiva para se atingir os escores satisfatórios para os inventários IT MAIS e MUSS estejam abaixo de 9 anos, como observado por Wang e colaboradores (2008). Entretanto, estudos são necessários com objetivo de se estabelecer um ajuste linear entre a classificação de desempenhos e os valores percentuais obtidos nestes inventários, tão utilizados na

prática clínica para monitorar o processo de reabilitação de crianças com deficiência auditiva.

O desempenho auditivo e linguístico das crianças em situações cotidianas foi avaliado por meio do PEACH. Em nosso estudo, a pontuação total média para o questionário foi de 81%. Uma correlação positiva foi observada entre os questionários PEACH e IT-MAIS, e PEACH e MUSS. Silva et al. (2017b) também reportaram correlação significativa entre o questionário IT-MAIS e MUSS. Tais achados, reafirmam a estreita relação entre o desenvolvimento auditivo e de linguagem.

As médias entre os inventários foram semelhantes, contudo, observa-se que o desempenho alcançado pela amostra não atingiu 90% em nenhum dos questionários avaliados. Destaca-se, que estas medidas são baseadas nos relatos dos cuidadores, e, portanto, podem estar sujeitas ao viés e expectativa do relator. Apesar destas considerações, verifica-se na literatura que as medidas relatadas pelos cuidadores apresentam excelente confiabilidade e validade (LEVY; RODRIGUES-SATO, 2016), e de forma geral constata-se na literatura que correspondem bem aos comportamentos clínicos.

6.2 POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE LONGA LATÊNCIA

6.2.1 Componente P1

O componente P1 tem sido utilizado como um biomarcador da maturação cortical, o que permite avaliar o desenvolvimento das vias auditivas centrais (SHARMA et al., 2015). No presente estudo, foi observada uma média de latência de 117.28 ms na orelha esquerda e de 114 ms na orelha direita. A amplitude média verificada foi de 3.60 μ V na orelha esquerda e de 3.35 μ V na orelha direita.

Embora haja uma variação dos valores de latência do componente P1 descritos na literatura (SILVA et al., 2017b), os dados obtidos em nosso estudo corroboram com estudos da literatura que avaliaram sujeitos com idade cronológica na faixa de 0 a 17 anos, e que incluíram sujeitos tanto com idade menor a seis anos quanto maior de seis anos de idade auditiva (SINGH et al., 2004; THABET; SAID, 2012).

Apesar de um pouco mais da metade dos sujeitos da pesquisa (58.3%) serem usuários de IC bilateral implantado de forma sequencial, com média de intervalo de com média de intervalo de 5.90 anos, não foram observadas diferenças estatísticas entre as orelhas. Entretanto, observou-se correlação positiva ($\rho = 0.64374$, $p = 0.0176$)

significativa do intervalo entre as implantações e a latência de CzA2, ou seja, quanto menor o tempo entre a primeira e a segunda implantação menor foram os valores de latência na derivação CzA2. Jeong et al. (2018) buscou compreender a influência do intervalo entre o primeiro e o segundo implante nas respostas do componente P1 em um grupo com média de 8.5 anos de intervalo entre as implantações. Os autores concluíram que as respostas do P1 sofrem maior influência do tempo de experiência auditiva e do grau de maturação das vias auditivas alcançado antes do segundo implante, do que diretamente da idade no momento da cirurgia do segundo implante coclear.

Sharma et al. (2002) afirmam que os primeiros 3.5 anos são considerados período sensível, ou seja, de maior plasticidade da via auditiva central. Desta forma, crianças que recebem intervenção auditiva em idades menores a este período, apresentam valores de latência equiparados a de normo-ouvintes com desenvolvimento típico. O componente P1 apresenta forte relação com a idade, os valores de latência e amplitude tendem a refletir e a variar de acordo com o aumento da idade cronológica (WUNDERLICH; CONE-WESSON, 2006). A latência do componente P1 diminui cerca de 1.6 ms por ano, enquanto a amplitude apresenta redução de 0.02 μ V por ano (VENTURA; COSTA FILHO; ALVARENGA, 2009).

Apesar da variabilidade entre os valores de mínimo e máximo de latência encontrados em nosso estudo poderem refletir um padrão de maturação das vias auditivas centrais, considerando a faixa etária dos sujeitos incluídos, a análise de correlação entre as medidas de latência e amplitude de P1 e a idade cronológica dos sujeitos da pesquisa não revelou qualquer relação. Outros estudos tem demonstrado a relação inversamente proporcional da latência com idade auditiva, ou seja, da diminuição dos valores de P1 com o aumento do tempo de experiência auditiva (DORMAN et al., 2007; SHARMA et al., 2005). Semelhantemente aos resultados da análise anterior, a avaliação da relação do componente P1 com a idade auditiva em nosso estudo, também não demonstrou correlação estatisticamente significativa. A ausência de correlação entre a idade cronológica e as medidas de P1 corrobora com os achados do estudo de Singh et al. (2004) e de Thabet & Said (2012) . Contudo, nestes mesmos estudos, os autores encontraram correlação negativa significativa entre a idade auditiva e a latência de P1. Segundo Kabel et al. (2009), a idade cronológica é capaz de explicar cerca de 42% da variação de latência deste componente.

Observa-se uma tendência crescente das pesquisas envolvendo usuários de dispositivos eletrônicos auxiliares à audição em estabelecer correlações entre as avaliações auditivas comportamentais e objetivas, a fim de contribuir para uma melhor compreensão do desempenho auditivo de usuários de IC e/ou AASI. Em nossa pesquisa, a análise de correlação por meio do coeficiente de Spearman, revelou correlação entre o teste de percepção de fala com figuras e a latência da referência CzA1. Nenhuma correlação foi verificada entre P1 e GASP, e entre P1 e os questionários IT-MAIS, MUSS e PEACH, corroborando com achados de Alvarenga e colaboradores (2013). Contudo, Silva et al.(2017a) reporta em seu estudo correlação negativa significativa entre a latência de P1 e o desempenho auditivo com o uso do IT-MAIS, porém não para o desempenho oral medido com o MUSS, em crianças usuárias de implante coclear. Estes achados sugerem que as relações entre os testes precisam ser aprimoradas, bem como os parâmetros determinados para o registro dos potenciais eletrofisiológicos, tais como tipo de estímulo e forma de apresentação, mais próximos aos testes comportamentais.

A correlação entre maiores valores de latência do componente P1 e o menores índices de acerto no teste de percepção de fala com figura podem ser justificados pelo fato deste potencial ser um biomarcador da maturação cortical auditiva da qual o desenvolvimento das habilidades auditivas é diretamente dependente.

6.2.2 Mismatch Negativity

O MMN é uma resposta neurofisiológica que reflete os processos de percepção e de memória de curto prazo, fatores importantes para a discriminação auditiva (NÄÄTÄNEN, 1995), e indica uma ligação entre processos automáticos e funções cognitivas de nível superior. Tem sido utilizado para estudar a função auditiva particularmente relacionada a memória sensorial, codificação e discriminação, de normo-ouvintes com desenvolvimento típico como de populações mais específicas das mais variadas faixas etárias (FERREIRA et al., 2017; NÄÄTÄNEN et al., 2014).

A amplitude e latência do MMN estão relacionadas com a magnitude da diferença dos estímulos e com a discriminação auditiva. Desta forma, desvios maiores resultam em respostas do MMN com maior amplitude e menor latência (NÄÄTÄNEN et al., 2017). Ademais, segundo a literatura, mudanças nos valores de latência e

amplitude podem também estar relacionados ao fator maturacional. Observa-se uma diminuição da latência conforme o aumento da idade cronológica, principalmente entre o período de 4 a 10 anos de idade, enquanto os valores de amplitude tendem a ser mais estáveis durante este período em crianças normo-ouvintes (SHAFER et al., 2000). Usuários de AASI/IC, tendem a apresentar respostas do MMN com amplitudes menores e maiores latências quando comparados a normo-ouvintes (YANG et al., 2022).

No presente estudo, o MMN esteve presente em todos os sujeitos. Contudo, deve-se enfatizar, que alguns estudos conduzidos com crianças usuárias de DEAA não conseguiram demonstrar respostas confiáveis de MMN (FERNANDES; GIL; AZEVEDO, 2019; NÄÄTÄNEN et al., 2017; SINGH et al., 2004). Esta dificuldade pode ser atribuída ao recrutamento reduzido do córtex auditivo como consequência da perda auditiva pré-lingual e/ou do tempo de privação auditiva. As médias dos valores de latência e amplitude, foram de, respectivamente, 290.73 ms e -3.54 μ V para a orelha esquerda (CzA1), e de 282.26 ms e -3,71 μ V para a orelha direita (CzA2), sem diferença estatística entre as derivações.

No que tange, aos valores das medidas de MMN em nosso estudo, averiguou-se resultados semelhantes descritos na literatura que corroboram com os nossos achados. Singh et al. (2004) avaliaram 35 usuários de IC de 7 a 17 anos de idade cronológica (média de 12 anos) e idade auditiva variando de 1.07 a 10.32 anos por meio de potenciais de longa latência com o objetivo de encontrar correlação com medidas comportamentais. Para a avaliação do MMN, os autores utilizam estímulo de fala (/ba/ e /da/), e encontraram MMN com média de latência de 267 ms (\pm 62 ms), e amplitude de 4.7 μ V (\pm 1.4 μ V). Ortmann et al. (2013) avaliaram a resposta eletrofisiológica do MMN eliciado com estímulo de fala de 18 sujeitos com adaptação unimodal e bimodal com bom desempenho auditivo separados de acordo com o desempenho de linguagem oral, com idade de 7 a 19 anos (média de 12.9 anos). Os resultados apontaram que os sujeitos com melhor desempenho de linguagem apresentaram resultados mais claros do potencial e menor latência, enquanto o grupo com pior desempenho apresentou resultados com menores amplitudes. De forma geral, o MMN foi identificado entre 130 a 250 ms. Entretanto, os grupos apresentaram áreas de geração das respostas eletrofisiológicas divergentes, indicando que existe diferença na estratégia de processamento da informação auditiva entre os grupos. Sujeitos com melhores desempenho apresentaram maior ativação do córtex fronto-

temporal esquerdo com maior atividade do MMN entre 155 a 225 ms, enquanto sujeitos com pior desempenho apresentaram MMN com maior latência maior (225 a 250 ms) e maior atividade neural no córtex auditivo esquerdo.

Divergindo de estudos anteriores que investigaram o MMN em usuários de DEAA, e mostraram correlação entre a presença/ausência do MMN, bem como, dos valores de latência e amplitude com o desempenho em medidas comportamentais auditivas e de linguagem (KILENY; BOERST; ZWOLAN, 1997; ORTMANN et al., 2013, 2017; SINGH et al., 2004), não observamos relação entre o MMN e os testes de percepção de fala.

A variabilidade de dados do MMN de mínimo e máximo encontrados em nosso estudo pode estar relacionada há alguns fatores. Em primeiro, a idade cronológica, uma vez que os sujeitos incluídos apresentam diferentes faixas etárias, e encontramos correlação negativa significativa entre idade cronológica e os valores de latência derivações CzA1 ($\rho = -0.42587$, $p = 0.0481$) e CzA2 ($\rho = -0.55593$, $p = 0.0072$). Como reportado anteriormente, alguns dados estabelecidos na literatura, os valores de latência do potencial evocado relacionado a evento apresentam diminuição conforme o aumento da idade (GOMOT et al., 2000; SHAFER et al., 2000).

Segundo, a idade auditiva. Apesar de não terem sido observadas relações significativas, os sujeitos incluídos apresentam longo tempo de experiência auditiva com os DEAA, e alguns estudos descrevem a influência da idade auditiva para o MMN (LI; SHEN; LONG, 2019; LIANG et al., 2014). E por último, hipotetiza-se que a variabilidade pode retratar uma diferença no processamento da informação auditiva por se tratar de um grupo heterogêneo.

6.3 FUNÇÕES NEUROCOGNITIVAS

6.3.1 Desempenho nas tarefas cognitivas

Compreender o impacto e possíveis efeitos da deficiência auditiva para o desenvolvimento e a maturação da área cortical auditiva têm sido o objetivo de muitos pesquisadores (SHARMA; GLICK, 2016). Entretanto, alguns estudos têm se empenhado em compreender a extensão desses efeitos para além das áreas auditivas. Pisoni et al. (2008) afirmam que a audição além de ser uma base importante para o desenvolvimento da linguagem, desempenha papel fundamental no desenvolvimento de habilidades cognitivas. Portanto, tem-se teorizado que um

período de privação ao *input* auditivo pode afetar e interferir no desenvolvimento das funções cognitivas (PISONI, 2000)

Essas novas questões de pesquisa que envolvem as funções neurocognitivas buscam além de compreender os efeitos não auditivos da deficiência auditiva, investigar como estas funções podem auxiliar a compreender a enorme diferença individual de desempenho auditivo e linguístico observada em crianças protetizadas e/ou implantadas, uma vez que são fundamentais para o processamento da informação auditiva. Portanto, há um interesse considerável em investigar e compreender como as funções auditivas, cognitivas e de linguagem se relacionam.

Segundo estudos, após a intervenção as crianças com deficiência auditiva apresentam um acentuado progresso do desenvolvimento das funções cognitivas (SHIN et al., 2007), e tendem a ter melhor desempenho aquelas que foram protetizadas/implantadas de forma precoce (ALMOMANI et al., 2021). Contudo, atualmente há na literatura estudos que reportam que crianças usuárias de IC e/ou AASI manifestam maiores riscos de déficit neurocognitivo (KRONENBERGER et al., 2014), bem como apresentam pior desempenho em diversas funções cognitivas como memória (PISONI et al., 2011), atenção (BEER et al., 2014), processamento fonológico (LEE; YIM; SIM, 2012), função executiva (FIGUERAS; EDWARDS; LANGDON, 2008), quando comparados ao grupo ouvintes. Desta forma, este conjunto de evidências fornecem subsídios, e sugerem que a deficiência auditiva e a ausência de experiência auditiva precoce afeta direta e indiretamente as funções neurocognitivas (FITZPATRICK, 2015; KRONENBERGER; PISONI, 2018).

Em nosso estudo, avaliamos 8 funções cognitivas por meio da aplicação do NEUPSILIN-Inf. Conforme os resultados, evidenciou-se que os sujeitos avaliados apresentaram desempenho sugestivo de déficit em cinco das oito funções avaliadas, sendo elas, orientação, atenção, memória, linguagem e função executiva (controle inibitório), e de forma geral apresentaram melhores desempenhos em tarefas visuais. Alguns estudos tem sugerido que as crianças com deficiência auditiva desenvolvem vantagens visuoespaciais e de cognição visual, e tais resultados podem estar relacionados à reorganização *cross-modal* do córtex auditivo (KRAL; DORMAN; WILSON, 2019; SHARMA; GLICK, 2016).

6.3.1.1 Atenção

Segundo Quittner et al. (1994) a experiência auditiva é importante para o desenvolvimento do processo atencional visual, desta forma a ausência de *input* auditivo precoce pode ter efeitos específicos e distintos no desenvolvimento da atenção (DAZA; PHILLIPS-SILVER, 2013).

Observamos que os sujeitos avaliados apresentaram escores que sugerem déficit geral e específico da função neuropsicológica de atenção. A atenção seletiva foi avaliada por meio de duas modalidades, visual e auditiva. Verifica-se uma diferença de desempenho de acordo com a modalidade do estímulo, quando a atenção seletiva foi avaliada por meio do estímulo auditivo, os sujeitos apresentam pior desempenho e escore médio sugestivo de déficit. Enquanto, o desempenho na avaliação de atenção seletiva por meio de estímulo visual não sugere déficit. É importante salientar que apesar de no NEUPSILIN-INF o teste de *span* de dígitos de ordem direta ser utilizado para avaliar a atenção seletiva auditiva, existe uma grande contribuição do armazenamento temporário e evocação da informação auditiva.

Nossos achados estão em consonância com o estudo de Tharpe et al. (2002) que não observaram diferença de desempenho na habilidade de atenção visual. Contudo, há outros conjuntos de evidência que sugerem que usuários de AASI/IC apresentam desempenho significativamente pior de atenção seletiva visual quando comparados a normo-ouvinte, e a dados normativos (BEER et al., 2014; KHAN; EDWARDS; LANGDON, 2005; QUITTNER et al., 1994)

Correlação estatística negativa foi observada entre a idade cronológica e a atenção auditiva, e entre a idade auditiva e o escore geral de atenção, de atenção auditiva e de maior sequência respondida corretamente, sugerindo que a capacidade atencional seletiva tende a diminuir conforme os indivíduos tornam-se mais velhos e apresentam maior experiência auditiva. Este achados diferem do esperado, uma vez que a capacidade de atenção seletiva cresce ao longo da infância e adolescência devido à prática e maturação cerebral, e tende a diminuir em idades mais avançadas devido a declínios na capacidade de processamento (MUELLER et al., 2008). Em recente estudo publicado, Almomani et al. (2021) afirmam que desempenho atencional e as habilidades atencionais tendem a apresentar melhora conforme o aumento da idade auditiva.

6.3.1.2 Memória

De forma geral, os resultados do presente estudo apontam para um comprometimento do sistema de memória dos sujeitos avaliados. A memória de trabalho (operacional) foi investigada por meio dos teste de *span* de dígitos em ordem inversa, *span* de pseudopalavras e blocos de Corsi, o que permitiu avaliar os quatro subsistemas da memória de curto prazo (BADDELEY; HITCH, 1974).

O tempo de privação auditiva antes da intervenção audiológica pode acarretar em déficits no aprendizado e processamento de informações, impactando tanto no processamento da sequência temporal auditiva ou na memória sequencial auditiva de curto prazo, quanto no processamento sequencial de estímulos visuais (CONWAY et al., 2011; DAWSON et al., 2002; ULANET et al., 2014). A dificuldade em tarefas de memória pode estar relacionada ao *input* deteriorado, que por sua vez afeta o armazenamento da informação na memória de trabalho (NITTROUER; CALDWELL-TARR; LOWENSTEIN, 2013) Estes dados se alinham parcialmente aos achados deste estudo.

Correspondendo a outros estudos (BEER et al., 2014; BHARADWAJ et al., 2015; BURKHOLDER; PISONI, 2003; CLEARY; PISONI; GEERS, 2001; LYXELL et al., 2009), os dados encontrados sugerem déficit e/ou alerta de déficit de desempenho em alguns componentes da memória de trabalho operacional, com exceção do esboço visuoespacial. Quando observamos a investigação do processamento e armazenamento temporário da informação, os resultados sugerem diferença de desempenho entre as condições de apresentação dos estímulos, ou seja, os sujeitos apresentaram pior desempenho quando a memória de trabalho operacional foi avaliada por *input* verbal. Desta forma, sugere-se um déficit sensorial exclusivamente relacionado à modalidade sensorial auditiva, em concordância com outros estudos (ASKER-ÁRNASON et al., 2007; DAVIDSON et al., 2019) .

Além disso, também nota-se um déficit no componente fonológico da memória de trabalho medido pela repetição de pseudopalavras. A repetição de não palavras não permite a consulta ao conhecimento pragmático ou semântico, uma vez que pseudopalavras apresentam um padrão sonoro completamente novo. Portanto, os padrões sonoros percebidos devem ser armazenados e reativados pela repetição (*verbal rehearsed*) na memória fonológica imediata, o que torna tarefa um processo complexo (VOLPATO, 2020). Nossos resultados são similares ao relato de Lee et al.

(2012) que também observaram déficit em crianças usuárias de IC na tarefa de repetição de não palavras.

Muitos estudos que buscam entender a função de memória em crianças usuárias de DEAA têm focado suas pesquisas na memória de trabalho. Entretanto, dados da literatura reforçam a importância da memória de longo prazo para o desenvolvimento das habilidades de linguagem em crianças com deficiência auditiva usuárias de DEAA (KIRK; PISONI; OSBERGER, 1995; PALMERI; GOLDINGER; PISONI, 1993). Nas tarefas de memória de longo prazo, observamos melhor capacidade de recordação imediata do que de recordação tardia na avaliação da memória episódico-semântica. Chandramouli et al. (2019) comparou a memória de longo prazo de usuários de IC, e identificou que em média os usuários de IC recordam menos palavras do que seus pares normo-ouvintes na recordação imediata e tardia. Apesar de terem utilizado estímulos visuais para a avaliação de recordação imediata e tardia, Engel-Yeger et al. (2011) também verificaram melhor desempenho na recordação imediata do que recordação tardia. Ademais, observa-se que quando a memória episódico-semântica foi avaliada a partir de estímulo visuoverbal, os sujeitos obtiveram melhores desempenhos na recordação dos estímulos. Ressalta-se que nesta tarefa, ocorre somente a evocação imediata.

A idade auditiva apresenta relação positiva com o desempenho nas tarefas de memória de trabalho, ou seja, quanto maior a experiência auditiva dos indivíduos melhor o desempenho (SOLEYMANI et al., 2014). Diferentemente dos dados estabelecidos na literatura, encontramos correlação negativa entre a idade auditiva e os escores total de memória, total de memória de trabalho operacional, total de memória de trabalho operacional – componente fonológico e executivo central e com a maior sequência respondida corretamente (*span*) na repetição de pseudopalavras.

Apesar não termos observamos correlação entre os testes de percepção de fala e as tarefas de memória operacional, restrições na codificação, manutenção e recuperação de informações verbais na memória imediata podem influenciar o desempenho nas tarefas comportamentais auditivas, de fala e linguagem (PISONI; CLEARY, 2003).

6.3.1.3 Linguagem

A linguagem é um sistema cujo a função primordial é a comunicação, e pode ser dividida em duas habilidades: expressiva e receptiva. O desempenho linguístico de crianças usuárias de DEAA apresenta enorme variabilidade, e sofre influência de diversos fatores intrínsecos e extrínsecos (MONTEIRO et al., 2016). Na avaliação do NEUPSILIN-Inf observa-se comprometimento geral na função de linguagem, tanto na linguagem oral, com exceção da tarefa de rima e compreensão oral quanto na linguagem escrita, com exceção da escrita espontânea e copiada. Vohr et al. (2012) avaliaram as habilidades de linguagem de crianças com perda auditiva, e os resultados da avaliação mostraram desempenhos mais baixos de linguagem receptiva e expressiva do que crianças ouvintes.

Alterações na habilidade de linguagem podem influenciar o desempenho de outras funções neuropsicológicas, uma vez que esta função permeia a avaliação tanto da própria linguagem, quanto é mecanismo subjacente e interage com outras funções, e vice-versa (SALLES et al., 2016). Portanto, alguns autores têm hipotetizado que déficits de linguagem em crianças com deficiência auditiva podem também estar relacionados à baixa capacidade de memória de trabalho (DE HOOG et al., 2016; PISONI; GEERS, 2000). Em nosso estudo, verificamos correlação positiva entre o escore total de memória e o escore total de linguagem. O resultado sugere que o desempenho de linguagem depende parcialmente da capacidade de memória. Não observamos correlação entre as variáveis idade auditiva e cronológica com os escores total de linguagem, linguagem escrita e linguagem oral.

Destaca-se também os achados envolvendo os aspectos metafonológicos avaliados. Quatro sujeitos não receberam pontuação na avaliação da consciência fonológica devido à dificuldade de compreensão das tarefas. A consciência fonológica é primordial para a compreender os padrões sonoros da fala, e estão envolvidas no processamento e codificação da fala. Alguns estudos citam que esta habilidade pode estar diretamente relacionada a variabilidade nas habilidades de percepção de fala (CLEARY; DILLON; PISONI, 2002; NITTROUER et al., 2014). A não observação de correlação entre os testes de percepção de fala e a habilidade de consciência fonológica em nosso estudo pode ter sido ao fato de os testes de percepção de fala utilizado serem poucas sensíveis para sujeitos com longa data de experiência auditiva.

6.3.1.4 Habilidades visuoespaciais

As habilidades visuoespaciais envolvem um conjunto de capacidades motoras, construtivas e visuoperceptivas que permitem o indivíduo a manipular estímulos ou parte deles, a fim de produzir uma única unidade (SALLES et al., 2016). Verificou-se que os sujeitos avaliados apresentaram desempenho apropriado na avaliação das habilidades visuoespaciais. Os resultados encontrados estão em consonância com outros estudos descritos na literatura, em que não foi observada diferença de desempenho na avaliação das habilidades visuoespaciais em crianças usuárias de AASI/IC quando comparadas aos dados normativos (BEER et al., 2014).

O bom desempenho nas habilidades visuoespaciais podem indicar que a amostra avaliada apresenta medidas não verbais de capacidade motora e cognitiva que envolve a organização visuoespacial, planejamento cognitivo e controle executivo preservadas, e sugere que crianças com deficiência auditiva usuárias de DEAA são capazes de atingir um desenvolvimento relativamente normal em tal domínio, independentemente do período de privação auditiva. Segundo Korkman et al.(1989) as habilidades visuoespaciais estão correlacionadas ao desempenho de inteligência não verbal.

6.3.1.5 Função executiva

As funções executivas compreendem um conjunto de habilidades mentais que permitem um comportamento direcionado a objetivos, independente, autônomo, eficaz e socialmente apropriado. É, portanto, um construto complexo que abrange as habilidades cognitivas de antecipação, planejamento estratégico, flexibilidade cognitiva, seleção de ações, autorregulação e comportamento direcionado a objetivos (LEZAK et al., 2004; SALLES et al., 2016). Há evidências na literatura de estudos com medidas objetivas comportamentais e observacionais baseadas em relatos parentais que sugerem que crianças usuárias de DEAA podem estar em risco de déficit no desenvolvimento das funções executivas (KRONENBERGER et al., 2014). Ademais, uma revisão sistemática conduzida por Charry-Sánchez e colaboradores (2022) revelou que crianças com deficiência auditiva apresentam desempenho inferior na avaliação das funções executivas quando comparadas aos seus pares com audição

normal. Entretanto, alguns autores enfatizam que algumas habilidades apresentam-se preservadas.

Certos estudos têm relatado correlações entre as funções executivas e habilidades auditiva, de fala e linguagem em crianças usuárias de DEAA., enfatizando a influência da função executiva para o desenvolvimento e desempenho destas habilidades (KRONENBERGER et al., 2014; KRONENBERGER; XU; PISONI, 2020; SMITH; PISONI; KRONENBERGER, 2019). A avaliação da função executiva no NEUPSILIN-INF é a única que não deriva um escore geral para função, desta forma interpretamos nossos resultados de acordo com as habilidades particulares avaliadas, sendo estas a fluência verbal utilizada para a avaliação de habilidades de expressão verbal, acesso lexical, memória semântica e funcionamento executivo, e a tarefa Go-no go que reflete o controle inibitório e a autorregulação.

De acordo com nossos achados, constatou-se déficit no controle inibitório. Os resultados obtidos estão em consonância com dados publicados na literatura. Segundo Beer et al.(2014), crianças usuárias de DEAA apresentam significativamente mais problemas relacionados ao controle inibitório de acordo com relato parental obtido com a aplicação de questionário validado.

A tarefa Go-no go aplicada envolve a análise de um estímulo auditivo e uma resposta verbal, o que pode ter influenciado os resultados obtidos. Destaca-se a importância do acréscimo de tarefas que permitam avaliar o comportamento inibitório também relacionado a respostas motoras, e com modalidade de input visual, uma vez que observamos que há uma diferença de desempenho entre as modalidades.

Apesar de não terem sido realizadas análises qualitativas referente aos erros encontrados na tarefa de controle inibitório, verificamos correlação positiva entre a atenção auditiva e o desempenho na tarefa Go-no go. Tal resultados sugerem e confirmam que a capacidade atencional influencia diretamente no controle inibitório. Figueras et al.(2008) afirma que as altas taxas de erro refletem a grande dificuldade de inibição apresentada por crianças usuárias de IC e AASI.

Não observamos correlação entre o as variáveis idade (cronológica e auditiva) e o desempenho na tarefa Go-no go, porém há um consenso de que a função inibitória apresenta desenvolvimento gradual com o aumento da idade devido à questões maturacionais do córtex pré-frontal (SALLES et al., 2016).

Com relação a fluência verbal, os resultados sugerem alerta de déficit para fluência verbal específica à recuperação de itens ortográfico. A fluência verbal reflete

o processo de organização e acesso lexical. Uma vez que não verificamos desempenho sugestivo de déficit na fluência verbal semântica, acreditamos que a dificuldade com os itens ortográficos possa ser atribuída ao empobrecimento das representações fonológicas, bem como indicar uma diferença na organização do léxico com base nos traços fonológico. Resultados semelhantes também são reportados na literatura (WECHSLER-KASHI; SCHWARTZ; CLEARY, 2014).

Apesar de alguns estudos relatarem desenvolvimento gradual na recuperação de itens no léxico e melhores desempenhos conforme o aumento da idade cronológica (KAIL; NIPPOLD, 1984; RIVA; NICHELLI; DEVOTI, 2000) e auditiva (WECHSLER-KASHI; SCHWARTZ; CLEARY, 2014), não observamos análise significativa entre as variáveis e as medidas de fluência verbal. Entretanto, apesar da ausência de significância os achados sugerem a influência do acesso à informação auditiva para o desenvolvimento lexical.

6.3.2 Correlação com as categorias de audição e linguagem

A maioria dos sujeitos em nosso estudo atingiram níveis altos de habilidades auditivas e de linguagem. Este não é um resultado novo, uma vez que a amostra do estudo é composta por sujeitos implantados e protetizados de forma precoce e que apresentam longa experiência auditiva, sendo assim esperado que atinjam pontuações máximas. Observamos que quase em sua totalidade, os sujeitos classificados nas categorias máximas de audição e linguagem obtiveram melhores desempenhos, mesmo que os escores ainda sejam sugestivos de alerta e/ou déficit. Contudo, não foi possível realizar uma análise estatística inferencial devido ao n reduzido de sujeitos classificados em outras categorias que não a máxima de audição e linguagem.

Udholm e colaboradores (2017) desenvolveram um estudo com o objetivo de verificar se o desempenho em tarefas cognitivas correlacionava-se com o resultado do IC conforme determinado pelas categorias de audição (CAP), pela escala de inteligibilidade de fala (SIR), e pelo vocabulário medido pelo teste Peabody-4. Os autores observaram um efeito teto pronunciado em relação as categorias de audição, uma vez que 89% das crianças testadas obtiveram a pontuação máxima, independentemente do nível cognitivo, ou seja, mesmo com alteração do desempenho

em tarefas neurocognitivas apresentaram escore máximo na categoria de audição após um longo tempo. Estes dados corroboram com os nossos achados.

Não encontramos estudos na literatura que buscaram correlacionar a categoria de linguagem com o desempenho neurocognitivo. Contudo, estudos com medidas objetivas de linguagem oral, têm mostrado que existem correlações entre o desempenho em tarefas neurocognitivas e o desenvolvimento das habilidades de linguagem (DE HOOG et al., 2016; SUROWIECKI et al., 2002; ULANET et al., 2014).

6.3.3 Correlação do desempenho neuropsicológico com as medidas eletrofisiológicas

Utilizando as medidas eletrofisiológicas, tentamos explorar algumas correlações entre a maturação cortical e a memória auditiva sensorial com as funções neuropsicológicas avaliadas.

Observamos diversas correlações entre o componente P1 e as funções neurocognitivas, sendo essas negativas em relação a latência e positivas em relação à amplitude. Contudo, não encontramos dados da literatura que buscassem correlacionar estas duas variáveis. Desta forma, dada a literatura atual, nenhuma explicação definitiva pode ser oferecida. Entretanto, hipotetizamos que os resultados observados podem estar relacionados à maturação cortical das vias auditivas.

Não observamos correlação entre as medidas de amplitude e latência do MMN na derivação CzA1 e as funções neuropsicológicas. Porém, observamos correlação positiva entre a memória de trabalho operacional – componente fonológico e executivo central, a repetição de dígitos em ordem inversa e a latência para o referencial CzA2. E correlação negativa entre a amplitude e a linguagem.

Diferentemente do que observamos em nossos achados, Ortmann et al.(2013) encontram correlação entre a amplitude do MMN e o dígito de *span*, e entre maiores latências com menor habilidade de discriminar fonemas quando avaliaram em termos eletrofisiológicos e comportamentais a habilidade de usuários de IC com perda auditiva pré-lingual com alta e baixa habilidade de linguagem, e com habilidades auditivas bem desenvolvidas.

Ademais, nossos achados estão em acordo parcialmente com o estudo realizado por Watson et al.(2007). Os autores exploraram a relação entre a memória

sensorial auditiva e a memória de trabalho em 15 crianças usuárias de IC com média de 9.5 anos, e comparou a um grupo controle de normo-ouvintes. Os resultados indicaram diferentes padrões de ativação do MMN entre os grupos em relação as posições, e observaram correlações entre o desempenho nas tarefas de memória de trabalho e as amplitudes de respostas em diferentes *locus* em crianças normo-ouvintes, mas não em usuário de IC. Em outras palavras, indivíduos normo-ouvintes com maiores respostas na posição central apresentaram melhor desempenho na repetição de não palavras, dígitos ordem direta e ordem inversa, e conseqüentemente redução da resposta na área temporoparietal. Inversamente, em indivíduos usuários de IC não foram observadas relações entre a força de resposta e a performance no teste de memória.

A relação diretamente proporcional entre as medidas de memória e a latência em nosso estudo, podem sugerir uma alteração na interação entre as áreas de ordem inferior e superior auditiva, bem como do desenvolvimento desses processos de memória auditiva (WATSON et al., 2007). De forma geral, podemos inferir que os resultados encontrados nestas correlações estão de acordo com alguns pressupostos descritos na literatura que afirmam que um período de privação auditiva pode afetar a maturação cortical e a interação entre as áreas, e mesmo com a intervenção precoce e apropriada algumas alterações ainda tendem a permanecer, resultando em estratégias de processamento da informação diferentes das observadas em normo-ouvintes.

7 LIMITAÇÕES

Os resultados apresentados devem ser interpretados no contexto das limitações do estudo. Primeiro, o Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve apresenta dados normativos de normo-ouvintes com desenvolvimento típico com idade cronológica de 6 a 12 anos. Em nosso estudo, realizamos a comparação com os dados normativos do NEUPSILIN-Inf utilizando a idade auditiva dos sujeitos, a fim de tentar realizar uma correção do tempo de privação auditiva e/ou de estimulação auditiva insuficiente para conduzir o desenvolvimento das vias auditivas centrais, no caso dos sujeitos implantados. Cinco dos 24 sujeitos incluídos na pesquisa apresentavam idade auditiva além dos dados normativos do teste, sendo duas crianças mais velhas apenas nove meses, e por isso foram comparados com a maior idade fornecida no teste. Apesar disso, avaliando o desempenho individual destes sujeitos observamos que mesmo com idades mais avançadas estes apresentavam escores sugestivos de déficit em diversas das funções e subtestes avaliados, e, portanto, mantiveram um padrão de desempenho semelhante aos dos sujeitos dentro da idade normativa do teste. Desta forma, acreditamos que as diferenças relativas à idade não afetariam substancialmente as análises, e, portanto, os dados aqui relatados incluem estes sujeitos.

Segundo, o possível efeito de teto dos testes de percepção de fala utilizados, o que pode ter influenciado os desempenhos obtidos.

Outra limitação do estudo, alguns grupos categóricos apresentaram um n reduzido o que não permitiu a aplicação de estudos estatísticas de comparação e de correlação entre as variáveis.

Por fim, o desempenho em alguns testes pode ter sido influenciado pela natureza dos estímulos e respostas requisitadas.

8 CONCLUSÕES

O presente estudo permitiu concluir que:

- Usuários de DEAA classificados nas categorias máximas de audição e linguagem apresentam melhores desempenhos no Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve. Contudo, os desempenhos obtidos ainda são representativos de alerta de déficit e/ou de déficit neuropsicológico em maioria das funções cognitivas avaliadas;

- Mesmo com anos de experiência auditiva e intervenção precoce, ainda se observa um *gap* de desempenho individual auditivo e de linguagem entre os usuários de DEAA;

- Há correlação positiva entre o reconhecimento em conjunto aberto e a compreensão auditiva;

- Há correlação positiva entre os questionários de desempenho auditivo e desempenho de linguagem com o questionário de desempenho auditivo e comunicativo, reforçando a relação entre o desenvolvimento auditivo e de linguagem;

- Não houve diferenças nas medidas de latência e amplitude entre as derivações dos potenciais evocados auditivos de longa latência;

- Há correlação negativa entre as medidas de latência e o teste de percepção de fala. Não houve correlação entre o desempenho medido pelos questionários;

- Os resultados da avaliação neuropsicológica indicaram índices representativos de déficit nas funções cognitivas de orientação, atenção, memória, linguagem e função executiva (controle inibitório). De forma geral, os sujeitos apresentaram melhores desempenhos em tarefas visuais;

- Há correlação entre a compreensão auditiva medida pela prova 6 do GASP com as funções de orientação, memória semântica, linguagem (oral e escrita);

- Há correlação negativa entre a variável latência do componente P1 e a função cognitiva de orientação, atenção auditiva, percepção, memória de trabalho operacional auditiva e visuoespacial, memória de longo prazo, e linguagem (compreensão escrita e escrita de palavras). E positiva em relação a amplitude e as funções de orientação, atenção, memória de curto e longo prazo, linguagem e função executiva (fluência verbal e controle inibitório)

- Para o MMN, observou-se correlação positiva entre a medida de latência e memória de trabalho operacional, enquanto a variável amplitude foi correlacionada negativamente com a linguagem;

- Há correlação negativa entre a idade cronológica e a função de atenção, percepção, memória de curto e longo prazo e linguagem (compreensão oral, e leitura). Enquanto para a idade auditiva houve correlação negativa com a função cognitiva de atenção, percepção, memória (de trabalho operacional e de longo prazo) e de linguagem (linguagem escrita, habilidades metafonológicas, compreensão oral e leitura).

REFERÊNCIAS

ALMOMANI, Fidaa; AL-MOMANI, Murad O.; GARADAT, Soha; ALQUDAH, Safa; KASSAB, Manal; HAMADNEH, Shereen; RAUTERKUS, Grant; GANS, Richard. Cognitive functioning in Deaf children using Cochlear implants. **BMC Pediatrics**, [S. l.], v. 21, n. 1, p. 71, 2021. DOI: 10.1186/s12887-021-02534-1.

ALVARENGA, Kátia de Freitas; VICENTE, Leticia Cristina; LOPES, Raquel Caroline Ferreira; VENTURA, Luzia Maria Pozzobom; BEVILACQUA, Maria Cecília; MORET, Adriane Lima Mortari. Desenvolvimento do potencial evocado auditivo cortical P1 em crianças com perda auditiva sensorioneural após o implante coclear: estudo longitudinal. **CoDAS**, [S. l.], v. 25, p. 521–526, 2013. DOI: 10.1590/S2317-17822014000100004.

ALVES, Marisa; RAMOS, Daniela; ALVES, Helena; MARTINS, Jorge Humberto; SILVA, Luís. Desenvolvimento da linguagem em crianças com implante coclear e influência da idade de implantação. **Revista Portuguesa de Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço**, [S. l.], v. 51, n. 2º, p. 81- 86 Páginas, 2013. DOI: 10.34631/SPORL.16.

ASKER-ÁRNASON, Lena; WASS, Malin; IBERTSSON, Tina; LYXELL, Björn; SAHLÉN, Birgitta. The relationship between reading Comprehension, Working memory and language in children with cochlear implants. **Acta Neuropsychologica**, [S. l.], v. 5, n. 4, p. 163–186, 2007.

BADDELEY, Alan D.; HITCH, Graham. Working Memory. *Em: Psychology of Learning and Motivation*. [s.l.] : Elsevier, 1974. v. 8p. 47–89. DOI: 10.1016/S0079-7421(08)60452-1. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0079742108604521>. Acesso em: 11 dez. 2022.

BEER, Jessica; KRONENBERGER, William G.; CASTELLANOS, I.; COLSON, Bethany G.; HENNING, Shirley C.; PISONI, David B. Executive functioning skills in preschool-age children with cochlear implants. **J Speech Lang Hear Res**, [S. l.], v. 57, n. 4, p. 1521–34, 2014. DOI: 10.1044/2014_JSLHR-H-13-0054.

BEER, Jessica; PISONI, David B.; KRONENBERGER, William G.; GEERS, Ann E. New Research Findings: Executive Functions of Adolescents Who Use Cochlear Implants. **ASHA leader**, [S. l.], v. 15, n. 15, p. 12–15, 2010.

BEVILACQUA, M. C.; DELGADO, E. M. C.; MORET, A. L. M. Estudo de casos clínicos de crianças do Centro Educacional do Deficiente Auditivo (CEDAU) do Hospital de Pesquisa e Reabilitação de lesões lábio palatais - USP. *Em: SINOPSE 1996, Anais [...]. Em: ENCONTRO INTERNACIONAL DE AUDIOLOGIA. : Hprllp-Usp, 1996.*

BEVILACQUA, Maria Cecília; FORMIGONI, Gisela Maria Pimentel. O desenvolvimento das habilidades auditivas. *Em: Deficiência auditiva: conversando com familiares e profissionais de saúde*. [s.l.] : Pulso Editorial, 2005.

BEVILACQUA, Maria Cecília; TECH, EA. Elaboração de um procedimento de avaliação de percepção de fala em crianças deficientes profundas a partir de cinco anos de idade. *Em*: MARCHESAN, Irene Queiroz; ZORZI, Jaime Luiz; GOMES, Ivone C. Dias (org.). **Tópicos em Fonoaudiologia**. São Paulo: Lovise, 1996. v. 3p. 411–33.

BHARADWAJ, Sneha V.; MARICLE, Denise; GREEN, Laura; ALLMAN, Tamby. Working memory, short-term memory and reading proficiency in school-age children with cochlear implants. **Int J Pediatr Otorhinolaryngol**, [S. l.], v. 79, n. 10, p. 1647–53, 2015. DOI: 10.1016/j.ijporl.2015.07.006.

BRANDÃO, Lenisa et al. A Neuropsicologia como especialidade na Fonoaudiologia: consenso de fonoaudiólogos brasileiros. **Distúrbios da Comunicação**; v. 28, n. 2 (2016), [S. l.], 2016. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/dic/article/view/26732>.

BURKHOLDER, R. A.; PISONI, D. B. Speech timing and working memory in profoundly deaf children after cochlear implantation. **J Exp Child Psychol**, [S. l.], v. 85, n. 1, p. 63–88, 2003. DOI: 10.1016/s0022-0965(03)00033-x.

CAHN, B. Rael; POLICH, John. Meditation states and traits: EEG, ERP, and neuroimaging studies. **Psychological Bulletin**, [S. l.], v. 132, n. 2, p. 180–211, 2006. DOI: 10.1037/0033-2909.132.2.180.

CALCUS, A.; DELTENRE, P.; HOONHORST, I.; COLLET, G.; MARKESSIS, E.; COLIN, C. MMN and P300 are both modulated by the featured/featureless nature of deviant stimuli. **Clinical Neurophysiology**, [S. l.], v. 126, n. 9, p. 1727–1734, 2015. DOI: 10.1016/j.clinph.2014.11.020.

CALLEGARI-JACQUES, Sidia Maria. Bioestatística: princípios e aplicações. *Em*: **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artemed, 2003. p. 255.

CARDON, Garrett; CAMPBELL, Julia; SHARMA, Anu. Plasticity in the Developing Auditory Cortex: Evidence from Children with Sensorineural Hearing Loss and Auditory Neuropathy Spectrum Disorder. **Journal of the American Academy of Audiology**, [S. l.], v. 23, n. 06, p. 396–411, 2012. DOI: 10.3766/jaaa.23.6.3.

CARDON, Garrett; SHARMA, Anu. Somatosensory Cross-Modal Reorganization in Children With Cochlear Implants. **Frontiers in Neuroscience**, [S. l.], v. 13, p. 469, 2019. DOI: 10.3389/fnins.2019.00469.

CASTIQUINI, Eliane Aparecida Techi; BEVILACQUA, Maria Cecilia. **Escala de integração auditiva significativa: procedimento adaptado para a avaliação da percepção da fala**. 1998. dissertação - Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 1998.

CHANDRAMOULI, Suyog H.; KRONENBERGER, William G.; PISONI, David B. Verbal Learning and Memory in Early-Implanted, Prelingually Deaf Adolescent and Adult Cochlear Implant Users. **J Speech Lang Hear Res**, [S. l.], v. 62, n. 4, p. 1033–1050, 2019. DOI: 10.1044/2018_JSLHR-H-18-0125.

CHARRY-SÁNCHEZ, Jesús David; RAMÍREZ-GUERRERO, Sofía; VARGAS-CUELLAR, María Paula; ROMERO-GORDILLO, María Alejandra; TALERO-

GUTIÉRREZ, Claudia. Executive functions in children and adolescents with hearing loss: A systematic review of case-control, case series, and cross-sectional studies. **Salud mental**, [S. l.], v. 45, n. 1, p. 35–49, 2022. DOI: 10.17711/SM.0185-3325.2022.006.

CHING, Teresa Y. C.; HILL, Mandy. The Parents' Evaluation of Aural/Oral Performance of Children (PEACH) Scale: Normative Data. **Journal of the American Academy of Audiology**, [S. l.], v. 18, n. 03, p. 220–235, 2007. DOI: 10.3766/jaaa.18.3.4.

CLEARY, Miranda; DILLON, Caitlin; PISONI, David B. Imitation of Nonwords by Deaf Children after Cochlear Implantation: Preliminary Findings. **Annals of Otology, Rhinology & Laryngology**, [S. l.], v. 111, n. 5_suppl, p. 91–96, 2002. DOI: 10.1177/00034894021110S519.

CLEARY, Miranda; PISONI, David B.; GEERS, Ann E. Some measures of verbal and spatial working memory in eight- and nine-year-old hearing-impaired children with cochlear implants. **Ear Hear**, [S. l.], v. 22, n. 5, p. 395–411, 2001. DOI: 10.1097/00003446-200110000-00004.

CONWAY, Christopher M.; KARPICKE, Jennifer; ANAYA, Esperanza M.; HENNING, Shirley C.; KRONENBERGER, William G.; PISONI, David B. Nonverbal cognition in deaf children following cochlear implantation: motor sequencing disturbances mediate language delays. **Dev Neuropsychol**, [S. l.], v. 36, n. 2, p. 237–54, 2011. DOI: 10.1080/87565641.2010.549869.

CONWAY, Christopher M.; PISONI, David B.; KRONENBERGER, William G. The Importance of Sound for Cognitive Sequencing Abilities: The Auditory Scaffolding Hypothesis. **Current Directions in Psychological Science**, [S. l.], v. 18, n. 5, p. 275–279, 2009. DOI: 10.1111/j.1467-8721.2009.01651.x.

COUTO, Maria Inês Vieira; CARVALHO, Ana Claudia Martinho. Fatores que influenciam na participação dos pais de crianças usuárias de implante coclear na (re)habilitação oral: revisão sistemática. **CoDAS**, [S. l.], v. 25, p. 84–91, 2013.

DATTA, G.; ODELL, A.; DURBIN, K. Nottingham Auditory Milestones: A Profile to Monitor the Growth of Active Listening, Understanding, Auditory Memory, and Sequencing in Babies and Young Children in the First Three Years after Receiving Cochlear Implants. **Cochlear Implants International**, [S. l.], v. 11, n. sup1, p. 282–285, 2010. DOI: 10.1179/146701010X12671177989237.

DAVIDSON, Lisa S.; GEERS, Ann E.; HALE, Sandra; SOMMERS, Mitchell M.; BRENNER, Christine; SPEHAR, Brent. Effects of Early Auditory Deprivation on Working Memory and Reasoning Abilities in Verbal and Visuospatial Domains for Pediatric Cochlear Implant Recipients. **Ear Hear**, [S. l.], v. 40, n. 3, p. 517–528, 2019. DOI: 10.1097/AUD.0000000000000629.

DAWSON, P. W.; BUSBY, P. A.; MCKAY, C. M.; CLARK, G. M. Short-term auditory memory in children using cochlear implants and its relevance to receptive language. **J Speech Lang Hear Res**, [S. l.], v. 45, n. 4, p. 789–801, 2002. DOI: 0.1044/1092-4388(2002/064).

DAZA, María Teresa; PHILLIPS-SILVER, Jessica. Development of attention networks in deaf children: Support for the integrative hypothesis. **Research in Developmental Disabilities**, [S. l.], v. 34, n. 9, p. 2661–2668, 2013. DOI: 10.1016/j.ridd.2013.05.012.

DE HOOG, Brigitte E.; LANGEREIS, Margreet C.; VAN WEERDENBURG, Marjolijn; KEUNING, Jos; KNOORS, Harry; VERHOEVEN, Ludo. Auditory and verbal memory predictors of spoken language skills in children with cochlear implants. **Research in Developmental Disabilities**, [S. l.], v. 57, p. 112–124, 2016. DOI: 10.1016/j.ridd.2016.06.019.

DOKOVIĆ, Sanja; TODOROVIĆ, Selena. Influence of hearing age and understanding verbal instructions in children with cochlear implants. **Specijalna edukacija i rehabilitacija**, [S. l.], v. 12, n. 3, p. 275–289, 2013. DOI: 10.5937/specedreh12-4118.

DORMAN, Michael F.; SHARMA, Anu; GILLEY, Phillip; MARTIN, Kathryn; ROLAND, Peter. Central auditory development: Evidence from CAEP measurements in children fit with cochlear implants. **Journal of Communication Disorders**, [S. l.], v. 40, n. 4, p. 284–294, 2007. DOI: 10.1016/j.jcomdis.2007.03.007.

DOROTHY VERA MARGARET BISHOP; HARDIMAN, M. J. Measurement of mismatch negativity in individuals: A study using single-trial analysis. **Psychophysiology**, [S. l.], 2010. DOI: 10.1111/j.1469-8986.2009.00970.x. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8986.2009.00970.x>. Acesso em: 11 jul. 2021.

DUCHESNE, L.; SUTTON, A.; BERGERON, F. Language Achievement in Children Who Received Cochlear Implants Between 1 and 2 Years of Age: Group Trends and Individual Patterns. **Journal of Deaf Studies and Deaf Education**, [S. l.], v. 14, n. 4, p. 465–485, 2009. DOI: 10.1093/deafed/enp010.

DUNN, Camille C. et al. Longitudinal Speech Perception and Language Performance in Pediatric Cochlear Implant Users: The Effect of Age at Implantation. **Ear & Hearing**, [S. l.], v. 35, n. 2, p. 148–160, 2014. DOI: 10.1097/AUD.0b013e3182a4a8f0.

ENGEL-YEGER, Batya; DURR, Doris H.; JOSMAN, Naomi. Comparison of memory and meta-memory abilities of children with cochlear implant and normal hearing peers. **Disabil Rehabil**, [S. l.], v. 33, n. 9, p. 770–7, 2011. DOI: 10.3109/09638288.2010.511417.

ERBER, Norman P. **Auditory training**. Washington, D.C.: A.G. Bell Association for the Deaf, 1982.

FERNANDES, Natalia Martinez; GIL, Daniela; AZEVEDO, Marisa Frasson De. Mismatch Negativity in Children with Cochlear Implant. **International Archives of Otorhinolaryngology**, [S. l.], v. 23, n. 03, p. e292–e298, 2019. DOI: 10.1055/s-0039-1688967.

FERNANDES, Nayara Freitas; MORETTIN, Marina; YAMAGUTI, Elisabete Honda; COSTA, Orozimbo Alves; BEVILACQUA, Maria Cecilia. Performance of hearing skills in children with auditory neuropathy spectrum disorder using cochlear implant: a systematic review. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, [S. l.], v. 81, n. 1, p. 85–96, 2015. DOI: 10.1016/j.bjorl.2014.10.003.

FERREIRA, Dulce Azevedo; BUENO, Claudine Devicari; COSTA, Sady Selaimen Da; SLEIFER, Pricila. Aplicabilidade do Mismatch Negativity na população infantil: revisão sistemática de literatura. **Audiology - Communication Research**, [S. l.], v. 22, n. 0, 2017. DOI: 10.1590/2317-6431-2016-1831. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-64312017000100502&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 25 jun. 2021.

FIGUERAS, Berta; EDWARDS, Lindsey; LANGDON, Dawn. Executive function and language in deaf children. **J Deaf Stud Deaf Educ**, [S. l.], v. 13, n. 3, p. 362–77, 2008. DOI: 10.1093/deafed/enm067.

FITZGERALD, Kaitlin; TODD, Juanita. Making Sense of Mismatch Negativity. **Frontiers in Psychiatry**, [S. l.], v. 11, p. 468, 2020. DOI: 10.3389/fpsy.2020.00468.

FITZPATRICK, Elizabeth. Neurocognitive development in congenitally deaf children. *Em: Handbook of Clinical Neurology*. [s.l.] : Elsevier, 2015. v. 129p. 335–356. DOI: 10.1016/B978-0-444-62630-1.00019-6. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780444626301000196>. Acesso em: 12 jul. 2021.

FLEXER, Carol. Cochlear implants and neuroplasticity: linking auditory exposure and practice. **Cochlear Implants International**, [S. l.], v. 12, n. sup1, p. S19–S21, 2011. DOI: 10.1179/146701011X13001035752255.

FONSECA, Rochele Paz; SALLES, Jerusa Fumagalli; PARENTE, Maria Alice de Mattos. **NEUPSILIN: Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve**. São Paulo.

FORTUNATO-TAVARES, Talita; BEFI-LOPES, Debora; BENTO, Ricardo Ferreira; DE ANDRADE, Claudia Regina Furquim. Children with cochlear implants: communication skills and quality of Life. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, [S. l.], v. 78, n. 1, p. 15–25, 2012. DOI: 10.1590/S1808-86942012000100003.

GARRIDO, Marta I.; KILNER, James M.; STEPHAN, Klaas E.; FRISTON, Karl J. The mismatch negativity: A review of underlying mechanisms. **Clinical Neurophysiology**, [S. l.], v. 120, n. 3, p. 453–463, 2009. DOI: 10.1016/j.clinph.2008.11.029.

GEERS, Ann. Techniques for Assessing Auditory Speech Perception and Lipreading Enhancement in Young Deaf Children. **Volta Review**, [S. l.], v. 96, n. 5, p. 85–96, 1994.

GEERS, Ann E.; NICHOLAS, Johanna G.; MOOG, Jean S. Estimating the Influence of Cochlear Implantation on Language Development in Children. **Audiological Medicine**, [S. l.], v. 5, n. 4, p. 262–273, 2007. DOI: 10.1080/16513860701659404.

GEERS, Ann; TOBEY, Emily; MOOG, Jean; BRENNER, Chris. Long-term outcomes of cochlear implantation in the preschool years: From elementary grades to high school. **International Journal of Audiology**, [S. l.], v. 47, n. sup2, p. S21–S30, 2008. DOI: 10.1080/14992020802339167.

GLICK, Hannah; SHARMA, Anu. Cross-modal plasticity in developmental and age-related hearing loss: Clinical implications. **Hearing Research**, [S. l.], v. 343, p. 191–201, 2017. DOI: 10.1016/j.heares.2016.08.012.

GOMOT, Marie; GIARD, Marie-Hélène; ROUX, Sylvie; BARTHÉLÉMY, Catherine; BRUNEAU, Nicole. Maturation of frontal and temporal components of mismatch negativity (MMN) in children: **NeuroReport**, [S. l.], v. 11, n. 14, p. 3109–3112, 2000. DOI: 10.1097/00001756-200009280-00014.

GROENEN, Paul; SNIK, Ad; VAN DEN BROEK, Paul. On the Clinical Relevance of Mismatch Negativity: Results from Subjects with Normal Hearing and Cochlear Implant Users. **Audiology and Neurotology**, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 112–124, 1996. DOI: 10.1159/000259190.

HAGE, Simone Rocha de Vasconcellos; PINHEIRO, Lorena Adami da Cruz. Desenvolvimento típico de linguagem e a importância para a identificação de suas alterações na infância. *Em: Tratado de linguagem: perspectivas contemporâneas*. [s.l.] : Book Toy, 2017.

HALL, James W., (James Wilbur). **New handbook of auditory evoked responses**. Boston: Pearson, 2007.

HARRIS, Michael S.; PISONI, David B.; KRONENBERGER, William G.; GAO, Sujuan; CAFFREY, Helena M.; MIYAMOTO, Richard T. Developmental trajectories of forward and backward digit spans in deaf children with cochlear implants. **Cochlear Implants International**, [S. l.], v. 12, n. sup1, p. S84–S88, 2011. DOI: 10.1179/146701011X13001035752534.

HAWKER, Kelvin; RAMIREZ-INSCOE, Jayne; BISHOP, Dorothy V. M.; TWOMEY, Tracey; O'DONOGHUE, Gerard M.; MOORE, David R. Disproportionate Language Impairment in Children Using Cochlear Implants. **Ear & Hearing**, [S. l.], v. 29, n. 3, p. 467–471, 2008. DOI: 10.1097/AUD.0b013e318167b857.

HAWLEY, Monica L.; LITOVSKY, Ruth Y.; CULLING, John F. The benefit of binaural hearing in a cocktail party: Effect of location and type of interferer. **The Journal of the Acoustical Society of America**, [S. l.], v. 115, n. 2, p. 833–843, 2004. DOI: 10.1121/1.1639908.

HYPOLITO, Miguel Angelo; BENTO, Ricardo Ferreira. Directions of the bilateral Cochlear Implant in Brazil. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, [S. l.], v. 78, n. 1, p. 2–3, 2012. DOI: 10.1590/S1808-86942012000100001.

JASPER, Herbert Henri. The ten-twenty electrode system of the International Federation. **Electroencephalography and Clinical Neurophysiology**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 371–375, 1958.

JEONG, Sung Wook; CHUNG, Seung Hyun; KIM, Lee-Suk. P1 cortical auditory evoked potential in children with unilateral or bilateral cochlear implants; implication for the timing of second cochlear implantation. **European Archives of Oto-Rhino-Laryngology**, [S. l.], v. 275, n. 7, p. 1759–1765, 2018. DOI: 10.1007/s00405-018-5021-5.

JOINT COMMITTEE ON INFANT HEARING. Year 2019 Position Statement: Principles and Guidelines for Early Detection and Intervention Programs. **The Journal of Early Hearing Detection and Intervention**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 1–44, 2019. DOI: 10.15142/FPTK-B748.

KABEL, Abdelmagied Hasn; MESALLAM, Tamer; GHANDOUR, Hassan H. Follow up of P1 peak amplitude and peak latency in a group of specific language-impaired children. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, [S. l.], v. 73, n. 11, p. 1525–1531, 2009. DOI: 10.1016/j.ijporl.2009.07.008.

KAIL, Robert; NIPPOLD, Marilyn Adrienne. Unconstrained retrieval from semantic memory. **Child Development**, [S. l.], v. 55, n. 3, p. 944–951, 1984.

KHAN, Sonya; EDWARDS, Lindsey; LANGDON, Dawn. The cognition and behaviour of children with cochlear implants, children with hearing aids and their hearing peers: a comparison. **Audiol Neurootol**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 117–26, 2005. DOI: 10.1159/000083367.

KILENY, Paul Robert; BOERST, Angelique; ZWOLAN, Teresa. Cognitive evoked potentials to speech and tonal stimuli in children with implants. **Otolaryngol Head Neck Surg**, [S. l.], v. 117, n. 3, p. 161–9, 1997. DOI: 10.1016/s0194-5998(97)70169-4.

KIRK, Karen Iler; PISONI, David B.; OSBERGER, Mary Joe. Lexical Effects on Spoken Word Recognition by Pediatric Cochlear Implant Users: **Ear and Hearing**, [S. l.], v. 16, n. 5, p. 470–481, 1995. DOI: 10.1097/00003446-199510000-00004.

KORAVAND, Amineh; JUTRAS, Benoît; LASSONDE, Maryse. Cortical Auditory Evoked Potentials in Children with a Hearing Loss: A Pilot Study. **International Journal of Pediatrics**, [S. l.], v. 2012, p. 1–8, 2012. DOI: 10.1155/2012/250254.

KORKMAN, Marit. NEPSY: A proposed neuropsychological test battery for young developmentally-disabled children--theory and evaluation. [S. l.], 1989.

KRAL, Andrej; DORMAN, Michael F.; WILSON, Blake S. Neuronal Development of Hearing and Language: Cochlear Implants and Critical Periods. **Annual Review of Neuroscience**, [S. l.], v. 42, p. 47–65, 2019. DOI: 10.1146/annurev-neuro-080317-061513.

KRAL, Andrej; EGGERMONT, Jos J. What's to lose and what's to learn: Development under auditory deprivation, cochlear implants and limits of cortical plasticity. **Brain Research Reviews**, [S. l.], v. 56, n. 1, p. 259–269, 2007. DOI: 10.1016/j.brainresrev.2007.07.021.

KRAL, Andrej; KRONENBERGER, William G.; PISONI, David B.; O'DONOGHUE, Gerard M. Neurocognitive factors in sensory restoration of early deafness: a connectome model. **The Lancet Neurology**, [S. l.], v. 15, n. 6, p. 610–621, 2016. DOI: 10.1016/S1474-4422(16)00034-X.

KRAL, Andrej; SHARMA, Anu. Developmental neuroplasticity after cochlear implantation. **Trends in Neurosciences**, [S. l.], v. 35, n. 2, p. 111–122, 2012. DOI: 10.1016/j.tins.2011.09.004.

KRAUS, Nina; MCGEE, Therese; SHARMA, Anu; CARRELL, Thomas; NICOL, Trent. Mismatch Negativity Event-Related Potential Elicited by Speech Stimuli. **Ear and Hearing**, [S. l.], v. 13, n. 3, p. 158–164, 1992. DOI: 10.1097/00003446-199206000-00004.

KRONENBERGER, William G.; BEER, Jessica; CASTELLANOS, Irina; PISONI, David B.; MIYAMOTO, Richard T. Neurocognitive Risk in Children With Cochlear Implants. **JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery**, [S. l.], v. 140, n. 7, p. 608, 2014. DOI: 10.1001/jamaoto.2014.757.

KRONENBERGER, William G.; PISONI, David B. **Neurocognitive Functioning in Deaf Children with Cochlear Implants**. [s.l.] : Oxford University Press, 2018. v. 1
DOI: 10.1093/oso/9780190880545.003.0016. Disponível em:
<https://academic.oup.com/book/26840/chapter/195857892>. Acesso em: 14 dez. 2022.

KRONENBERGER, William G.; XU, Huiping; PISONI, David B. Longitudinal Development of Executive Functioning and Spoken Language Skills in Preschool-Aged Children With Cochlear Implants. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, [S. l.], v. 63, n. 4, p. 1128–1147, 2020. DOI: 10.1044/2019_JSLHR-19-00247.

LANG, H.; NYRKE, T.; AALTONEN, O.; RAIMO, I.; NÄÄTÄNEN, R. Pitch discrimination performance and auditory event-related potentials. *Em*: Tilburg: Tilburg University Press, 1990. p. 294–298.

LEE, Youngmee; YIM, Dongsun; SIM, Hyunsub. Phonological processing skills and its relevance to receptive vocabulary development in children with early cochlear implantation. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, [S. l.], v. 76, n. 12, p. 1755–1760, 2012. DOI: 10.1093/deafed/enm042.

LEITE, Renata Aparecida; MAGLIARO, Fernanda Cristina Leite; RAIMUNDO, Jeziela Cristina; BENTO, Ricardo Ferreira; MATAS, Carla Gentile. Monitoring auditory cortical plasticity in hearing aid users with long latency auditory evoked potentials: a longitudinal study. **Clinics**, [S. l.], v. 73, p. 1–11, 2018. DOI: 10.6061/clinics/2018/e51.

LEVY, Cilmara Cristina Alves da Costa; RODRIGUES-SATO, Lyvia Christina Camarotto Battiston. Validação do questionário Parent’s Evaluation of Aural/Oral Performance of Children – PEACH em língua portuguesa brasileira. **CoDAS**, [S. l.], v. 28, n. 3, p. 205–211, 2016. DOI: 10.1590/2317-1782/20162013038.

LEWIS, Doris Ruth; RACA, Rachel; BEVILACQUA, Maria Cecília. Identificação precoce da deficiência auditiva. **Revista Distúrbios da Comunicação**, [S. l.], v. 2, p. 133–142, 1987.

LEWIS, Doris Ruthy; MARONE, Silvio Antonio Monteiro; MENDES, Beatriz C. A.; CRUZ, Oswaldo Laercio Mendonça; NÓBREGA, Manoel De. Comitê multiprofissional em saúde auditiva: COMUSA. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, [S. l.], v. 76, n. 1, p. 121–128, 2010. DOI: 10.1590/S1808-86942010000100020.

LEZAK, Muriel D.; HOWIESON, Diane B.; LORING, David W.; HANNAY, H. Julia; FISCHER, Jill S. **Neuropsychological assessment, 4th ed**. New York, NY, US: Oxford University Press, 2004. p. xiv, 1016

LI, Yuan; SHEN, Min; LONG, Mo. A preliminary study of auditory mismatch response on the day of cochlear implant activation in children with hearing aids prior implantation. **PLOS ONE**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. e0210457, 2019. DOI: 10.1371/journal.pone.0210457.

LIANG, Maojin et al. Evaluation of Auditory Cortical Development in the Early Stages of Post Cochlear Implantation Using Mismatch Negativity Measurement. **Otology & Neurotology**, [S. l.], v. 35, n. 1, p. e7–e14, 2014. DOI: 10.1097/MAO.0000000000000181.

LIEU, Judith E. C.; KENNA, Margaret; ANNE, Samantha; DAVIDSON, Lisa. Hearing Loss in Children: A Review. **JAMA**, [S. l.], v. 324, n. 21, p. 2195, 2020. DOI: 10.1001/jama.2020.17647.

LING, Daniel. **Foundations of spoken language for hearing-impaired children**. Washington, D.C.: Alexander Graham Bell Association for the Deaf, 1989.

LITOVSKY, Ruth Y.; JOHNSTONE, Patti M.; GODAR, Shelly P. Benefits of bilateral cochlear implants and/or hearing aids in children: Beneficios de los implantes cocleares bilaterales y/o auxiliares auditivos en niños. **International Journal of Audiology**, [S. l.], v. 45, n. sup1, p. 78–91, 2006. DOI: 10.1080/14992020600782956.

LU, Ling; ZHANG, Xiaoli; GAO, Xia. Non-implantable Artificial Hearing Technology. *Em*: LI, Huawei; CHAI, Renjie (org.). **Hearing Loss: Mechanisms, Prevention and Cure**. Advances in Experimental Medicine and Biology Singapore: Springer Singapore, 2019. v. 1130p. 145–163. DOI: 10.1007/978-981-13-6123-4_9. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/978-981-13-6123-4_9. Acesso em: 12 jul. 2021.

LYXELL, B.; WASS, M.; SAHLÉN, B.; SAMUELSSON, C.; ASKER-ÁRNASON, L.; IBERTSSON, T.; MÄKI-TORKKO, E.; LARSBY, B.; HÄLLGREN, M. Cognitive development, reading and prosodic skills in children with cochlear implants. **Scandinavian Journal of Psychology**, [S. l.], v. 50, n. 5, p. 463–474, 2009. DOI: 10.1111/j.1467-9450.2009.00754.x.

MONTEIRO, Clarice Gomes; CORDEIRO, Ana Augusta de Andrade; SILVA, Hilton Justino Da; QUEIROGA, Bianca Arruda Manchester De. O desenvolvimento da linguagem da criança após o implante coclear: uma revisão de literatura. **CoDAS**, [S. l.], v. 28, n. 3, p. 319–325, 2016. DOI: 10.1590/2317-1782/20162015151.

MONTEIRO, Thaís Regina; ROCHA-MUNIZ, Caroline Nunes; FILIPPINI, Renata; MORAIS, Aline Albuquerque; SCHOCHAT, Eliane. The influence of oral language environment on auditory development. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, [S. l.], v. 139, p. 110426, 2020. DOI: 10.1016/j.ijporl.2020.110426.

MOORE, Jean K. Maturation of human auditory cortex: implications for speech perception. **The Annals of Otology, Rhinology & Laryngology. Supplement**, [S. l.], v. 189, p. 7–10, 2002. DOI: 10.1177/00034894021110s502.

MUELLER, Viktor; BREHMER, Yvonne; VON OERTZEN, Timo; LI, Shu-Chen; LINDENBERGER, Ulman. Electrophysiological correlates of selective attention: A lifespan comparison. **BMC Neuroscience**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 18, 2008. DOI: 10.1186/1471-2202-9-18.

MUSHTAQ, Faizah; WIGGINS, Ian M.; KITTERICK, Pádraig T.; ANDERSON, Carly A.; HARTLEY, Douglas E. H. The Benefit of Cross-Modal Reorganization on Speech Perception in Pediatric Cochlear Implant Recipients Revealed Using Functional Near-Infrared Spectroscopy. **Frontiers in Human Neuroscience**, [S. l.], v. 14, p. 308, 2020. DOI: 10.3389/fnhum.2020.00308.

NÄÄTÄNEN, R.; GAILLARD, A. W. K.; MÄNTYSALO, S. Early selective-attention effect on evoked potential reinterpreted. **Acta Psychologica**, [S. l.], v. 42, n. 4, p. 313–329, 1978. DOI: 10.1016/0001-6918(78)90006-9.

NÄÄTÄNEN, R.; PAAVILAINEN, P.; RINNE, T.; ALHO, K. The mismatch negativity (MMN) in basic research of central auditory processing: A review. **Clinical Neurophysiology**, [S. l.], v. 118, n. 12, p. 2544–2590, 2007. DOI: 10.1016/j.clinph.2007.04.026.

NÄÄTÄNEN, Risto. The Mismatch Negativity: A Powerful Tool for Cognitive Neuroscience. **Ear and Hearing**, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 6–18, 1995. DOI: 10.1097/00003446-199502000-00002.

NÄÄTÄNEN, Risto; PETERSEN, Bjørn; TORPPA, Ritva; LONKA, Eila; VUUST, Peter. The MMN as a viable and objective marker of auditory development in CI users. **Hearing Research**, [S. l.], v. 353, p. 57–75, 2017. DOI: 10.1016/j.heares.2017.07.007.

NÄÄTÄNEN, Risto; S. SUSSMAN, Elyse; SALISBURY, Dean; L. SHAFER, Valerie. Mismatch Negativity (MMN) as an Index of Cognitive Dysfunction. **Brain Topography**, [S. l.], v. 27, n. 4, p. 451–466, 2014. DOI: 10.1007/s10548-014-0374-6.

NASCIMENTO, LT. **Uma proposta de avaliação da linguagem oral**. 1997. monografia - Hospital de Pesquisa e Reabilitação de Lesões Lábio-Palatais, Bauru, 1997.

NASH-KILLE, Amy; SHARMA, Anu; MARTIN, Kathryn; BIEVER, Allison. Clinical applications of the P1 cortical auditory evoked potential (CAEP) biomarker. **Em: A Sound Foundation Through Early Amplification: Proceedings of a Fourth International Conference**. Chicago, IL.

NIPARKO, John K. Spoken Language Development in Children Following Cochlear Implantation. **JAMA**, [S. l.], v. 303, n. 15, p. 1498, 2010. DOI: 10.1001/jama.2010.451.

NITTROUER, Susan; CALDWELL-TARR, Amanda; LOWENSTEIN, Joanna H. Working memory in children with cochlear implants: Problems are in storage, not processing. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, [S. l.], v. 77, n. 11, p. 1886–1898, 2013. DOI: 10.1016/j.ijporl.2013.09.001.

NITTROUER, Susan; SANSOM, Emily; LOW, Keri; RICE, Caitlin; CALDWELL-TARR, Amanda. Language structures used by kindergartners with cochlear implants: relationship to phonological awareness, lexical knowledge and hearing loss. **Ear Hear**, [S. l.], v. 35, n. 5, p. 506–18, 2014. DOI: 10.1097/AUD.000000000000051.

ORLANDI, Andréa Cintra Lopes; BEVILACQUA, Maria Cecília. Deficiência auditiva profunda nos primeiros anos de vida: procedimento para a avaliação da percepção da fala. **Pró-fono**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 87–91, 1999.

ORTMANN, Magdalene; KNIEF, Arne; DEUSTER, Dirk; BRINKHEETKER, Stephanie; ZWITSERLOOD, Pienie; ZEHNHOFF-DINNESEN, Antoinette Am; DOBEL, Christian. Neural Correlates of Speech Processing in Prelingually Deafened Children and Adolescents with Cochlear Implants. **PLoS ONE**, [S. l.], v. 8, n. 7, p. e67696, 2013. DOI: 10.1371/journal.pone.0067696.

ORTMANN, Magdalene; ZWITSERLOOD, Pienie; KNIEF, Arne; BAARE, Johanna; BRINKHEETKER, Stephanie; AM ZEHNHOFF-DINNESEN, Antoinette; DOBEL, Christian. When Hearing Is Tricky: Speech Processing Strategies in Prelingually Deafened Children and Adolescents with Cochlear Implants Having Good and Poor Speech Performance. **PLOS ONE**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. e0168655, 2017. DOI: 10.1371/journal.pone.0168655.

PAGANO, Marcello; GAUVREAU, Kimberlle. **Princípios de Bioestatística**. São Paulo: Thomson, 2004.

PALMERI, Thomas J.; GOLDINGER, Stephen D.; PISONI, David B. Episodic encoding of voice attributes and recognition memory for spoken words. **Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition**, [S. l.], v. 19, n. 2, p. 309–328, 1993. DOI: 10.1037//0278-7393.19.2.309.

PISONI, D. B.; CLEARY, M. Measures of working memory span and verbal rehearsal speed in deaf children after cochlear implantation. **Ear Hear**, [S. l.], v. 24, n. 1, p. 106s–20s, 2003. DOI: 10.1097/01.AUD.0000051692.05140.8E.

PISONI, D. B.; GEERS, A. E. Working memory in deaf children with cochlear implants: correlations between digit span and measures of spoken language processing. **The Annals of Otology, Rhinology & Laryngology. Supplement**, [S. l.], v. 185, p. 92–93, 2000. DOI: 10.1177/0003489400109s1240.

PISONI, David B. Cognitive Factors and Cochlear Implants: Some Thoughts on Perception, Learning, and Memory in Speech Perception: **Ear and Hearing**, [S. l.], v. 21, n. 1, p. 70–78, 2000. DOI: 10.1097/00003446-200002000-00010.

PISONI, David B.; CONWAY, Christopher M.; KRONENBERGER, William G.; HORN, David L.; KARPICKE, Jennifer; HENNING, Shirley C. Efficacy and effectiveness of cochlear implants in deaf children. *Em: Deaf cognition: Foundations and outcomes*. Perspectives on deafness New York, NY, US: Oxford University Press, 2008. p. 52–101. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780195368673.003.0003.

PISONI, David B.; CONWAY, Christopher M.; KRONENBERGER, William; HENNING, Shirley; ANAYA, Esperanza. **Executive Function, Cognitive Control, and Sequence Learning in Deaf Children with Cochlear Implants**. [s.l.] : Oxford University Press, 2010. DOI: 10.1093/oxfordhb/9780195390032.013.0029. Disponível em: <http://oxfordhandbooks.com/view/10.1093/oxfordhb/9780195390032.001.0001/oxfordhb-9780195390032-e-029>. Acesso em: 21 jun. 2021.

PISONI, David B.; KRONENBERGER, William G.; CHANDRAMOULI, Suyog H.; CONWAY, Christopher M. Learning and Memory Processes Following Cochlear Implantation: The Missing Piece of the Puzzle. **Front Psychol**, [S. l.], v. 7, p. 493, 2016. DOI: 10.3389/fpsyg.2016.00493.

PISONI, David B.; KRONENBERGER, William G.; ROMAN, Adrienne S.; GEERS, Ann E. Measures of Digit Span and Verbal Rehearsal Speed in Deaf Children After More Than 10 Years of Cochlear Implantation. **Ear & Hearing**, [S. l.], v. 32, n. 1, p. 60S-74S, 2011. DOI: 10.1097/AUD.0b013e3181ffd58e.

PRANDO, Mirella Liberatore; PAWLOWSKI, Josiane; FACHEL, Jandyra Maria Guimarães; MISORELLI, Mari Ivone Lanfredi; FONSECA, Rochele Paz. Relação entre habilidades de processamento auditivo e funções neuropsicológicas em adolescentes. **Revista CEFAC**, [S. l.], v. 12, n. 4, p. 646–661, 2010. DOI: 10.1590/S1516-18462010005000027.

QUEIROZ, Carla Aparecida de Urzedo Fortunato; BEVILACQUA, Maria Cecília; COSTA, Maria da Piedade Resende Da. Estudo longitudinal da compreensão verbal de crianças usuárias de implante coclear. **Revista CEFAC**, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 210–215, 2010. DOI: 10.1590/S1516-18462010000200006.

QUITTNER, Alexandra L.; SMITH, Linda B.; OSBERGER, Mary Joe; MITCHELL, Teresa V.; KATZ, Donald B. The Impact of Audition on the Development of Visual Attention. **Psychological Science**, [S. l.], v. 5, n. 6, p. 347–353, 1994.

RIVA, D.; NICHELLI, F.; DEVOTI, M. Developmental Aspects of Verbal Fluency and Confrontation Naming in Children. **Brain and Language**, [S. l.], v. 71, n. 2, p. 267–284, 2000. DOI: 10.1006/brln.1999.2166.

ROBBINS, AM; OSBERGER, JM. **Meaningful Use of Speech Scale (MUSS)**. Indianapolis: Indiana University of Medicine, 1990.

SALLES, Jerusa Fumagalli De; FONSECA, Rochele Paz; CRUZ-RODRIGUES, Camila; MELLO, Claudia B.; BARBOSA, Thais; MIRANDA, Mônica C. Desenvolvimento do Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Infantil NEUPSILIN-INF. **Psico-USF**, [S. l.], v. 16, n. 3, p. 297–305, 2011. DOI: 10.1590/S1413-82712011000300006.

SALLES, Jerusa Fumagalli De; FONSECA, Rochele Paz; PARENTE, Maria Alice de Mattos; CRUZ-RODRIGUES, Camila; MELLO, Claudia Berlim; BARBOSA, Thais; MIRANDA, Mônica Carolina. **Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Infantil: NEUPSILIN-Inf - Manual**. 1º ed. São Paulo: Vetor Editora, 2016.

SARANT, Julia; HARRIS, David; BENNET, Lisa; BANT, Sharyn. Bilateral Versus Unilateral Cochlear Implants in Children: A Study of Spoken Language Outcomes. **Ear & Hearing**, [S. l.], v. 35, n. 4, p. 396–409, 2014. DOI: 10.1097/AUD.0000000000000022.

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT®User's Guide, Version 9**. Cary, NC: SAS Institute Inc., 1999.

SCARANELLO, Carla Alessandra. Reabilitação auditiva pós implante coclear. **Medicina (Ribeirão Preto. Online)**, [S. l.], v. 38, n. 3/4, p. 273, 2005. DOI: 10.11606/issn.2176-7262.v38i3/4p273-278.

SCHALL, Robert. Estimation in generalized linear models with random effects. **Biometrika**, [S. l.], v. 78, n. 4, p. 719–727, 1991. DOI: 10.1093/biomet/78.4.719.

SCHOENBERG, Mike R.; DAWSON, K.; DUFF, Kevin; PATTON, D.; SCOTT, James G.; ADAMS, Russell L. Test performance and classification statistics for the Rey Auditory Verbal Learning Test in selected clinical samples. **Archives of Clinical Neuropsychology**, [S. l.], v. 21, n. 7, p. 693–703, 2006. DOI: 10.1016/j.acn.2006.06.010.

SHAFER, Valerie L.; MORR, Mara L.; KREUZER, Judith A.; KURTZBERG, Diane. Maturation of Mismatch Negativity in School-Age Children: **Ear and Hearing**, [S. l.], v. 21, n. 3, p. 242–251, 2000. DOI: 10.1097/00003446-200006000-00008.

SHARMA, Anu; CAMPBELL, Julia. A sensitive period for cochlear implantation in deaf children. **The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine**, [S. l.], v. 24, n. sup1, p. 151–153, 2011. DOI: 10.3109/14767058.2011.607614.

SHARMA, Anu; DORMAN, Michael F. Central auditory development in children with cochlear implants: clinical implications. **Advances in oto-rhino-laryngology**, Switzerland, v. 64, p. 66–88, 2006. DOI: 10.1159/000094646.

SHARMA, Anu; DORMAN, Michael F.; SPAHR, Anthony J. A Sensitive Period for the Development of the Central Auditory System in Children with Cochlear Implants: Implications for Age of Implantation: **Ear and Hearing**, [S. l.], v. 23, n. 6, p. 532–539, 2002. DOI: 10.1097/00003446-200212000-00004.

SHARMA, Anu; GLICK, Hannah. Cross-Modal Re-Organization in Clinical Populations with Hearing Loss. **Brain Sciences**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 4, 2016. DOI: 10.3390/brainsci6010004.

SHARMA, Anu; GLICK, Hannah; DEEVES, Emily; DUNCAN, Erin. The P1 biomarker for assessing cortical maturation in pediatric hearing loss: a review. **Otorinolaringologia**, [S. l.], v. 65, n. 4, p. 103–114, 2015.

SHARMA, Anu; MARTIN, Kathryn; ROLAND, Peter; BAUER, Paul; SWEENEY, Melissa H.; GILLEY, Phillip; DORMAN, Michael. P1 Latency as a Biomarker for Central Auditory Development in Children with Hearing Impairment. **Journal of the American Academy of Audiology**, [S. l.], v. 16, n. 08, p. 564–573, 2005. DOI: 10.3766/jaaa.16.8.5.

SHIN, Min-Sup; KIM, Soo-Kyung; KIM, Sang-Sun; PARK, Min-Hyun; KIM, Chong-Sun; OH, Seung-Ha. Comparison of Cognitive Function in Deaf Children Before and After Cochlear Implant: **Ear and Hearing**, [S. l.], v. 28, n. Supplement, p. 22S–28S, 2007. DOI: 10.1097/AUD.0b013e318031541b.

SILVA, Bárbara Cristiane Sordi; MORET, Adriane Lima Mortari; SILVA, Leandra Tabanez do Nascimento; COSTA, Orozimbo Alves Da; ALVARENGA, Kátia de Freitas; SILVA-COMERLATTO, Mariane Perin Da. Glendonald Auditory Screening Procedure (GASP): marcadores clínicos de desenvolvimento das habilidades de reconhecimento e compreensão auditiva em crianças usuárias de implante coclear. **CoDAS**, [S. l.], v. 31, n. 4, p. e20180142, 2019. DOI: 10.1590/2317-1782/20192018142.

SILVA, Cláudia Tereza Sobrinho Da. **Desenvolvimento lexical inicial dos 8 aos 16 meses de idade a partir do inventário MacArthur de desenvolvimento**

comunicativo – protocolo palavras e gestos. 2003. Dissertação (Mestrado em Letras e Linguística) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2003.

SILVA, Liliâne Aparecida Fagundes; COUTO, Maria Inês Vieira; MAGLIARO, Fernanda C. L.; TSUJI, Robinson Koji; BENTO, Ricardo Ferreira; DE CARVALHO, Ana Claudia Martinho; MATAS, Carla Gentile. Cortical maturation in children with cochlear implants: Correlation between electrophysiological and behavioral measurement. **PLOS ONE**, [S. l.], v. 12, n. 2, p. e0171177, 2017. a. DOI: 10.1371/journal.pone.0171177.

SILVA, Liliâne Aparecida Fagundes; MAGLIARO, Fernanda Cristina Leite; CARVALHO, Ana Claudia Martinho De; MATAS, Carla Gentile. Maturação dos potenciais evocados auditivos de longa latência em crianças ouvintes: revisão sistemática. **CoDAS**, [S. l.], v. 29, n. 3, 2017. b. DOI: 10.1590/2317-1782/20172016107. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-17822017000300600&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 11 jul. 2021.

SINGH, Shomeshwar; LIASIS, Alki; RAJPUT, Kaukab; TOWELL, Anthony; LUXON, Linda. Event-Related Potentials in Pediatric Cochlear Implant Patients: **Ear and Hearing**, [S. l.], v. 25, n. 6, p. 598–610, 2004. DOI: 10.1097/00003446-200412000-00008.

SMITH, G. N. L.; PISONI, D. B.; KRONENBERGER, W. G. High-Variability Sentence Recognition in Long-Term Cochlear Implant Users: Associations With Rapid Phonological Coding and Executive Functioning. **Ear Hear**, [S. l.], v. 40, n. 5, p. 1149–1161, 2019. DOI: 10.1097/AUD.0000000000000691.

SOLEYMANI, Zahra; AMIDFAR, Meysam; DADGAR, Hooshang; JALAIE, Shohre. Working memory in Farsi-speaking children with normal development and cochlear implant. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, [S. l.], v. 78, n. 4, p. 674–678, 2014. DOI: 10.1016/j.ijporl.2014.01.035.

SOUZA, Laís Flavia De; REIS, Ana Cláudia Mirândola Barbosa. **Manual TPF: teste de percepção de fala com figuras**. Ribeirão Preto: Book Toy, 2015.

STRELNIKOV, Kuzma; ROUGER, Julien; DEMONET, Jean-François; LAGLEYRE, Sebastien; FRAYSSE, Bernard; DEGUINE, Olivier; BARONE, Pascal. Visual activity predicts auditory recovery from deafness after adult cochlear implantation. **Brain**, [S. l.], v. 136, n. 12, p. 3682–3695, 2013. DOI: 10.1093/brain/awt274.

SUROWIECKI, Vanessa N.; MARUFF, Paul; BUSBY, Peter A.; SARANT, Julia; BLAMEY, Peter J.; CLARK, Graeme M. Cognitive Processing in Children Using Cochlear Implants: The Relationship between Visual Memory, Attention, and Executive Functions and Developing Language Skills. **Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology**, [S. l.], v. 111, n. 5_suppl, p. 119–126, 2002. DOI: 10.1177/00034894021110S524.

TANAMATI, Liège Franzini; COSTA, Orozimbo Alves; BEVILACQUA, Maria Cecilia. Resultados a longo prazo com o uso do implante coclear em crianças: revisão

sistemática. **Arquivos Internacionais de Otorrinolaringologia (Impresso)**, [S. l.], v. 15, n. 3, p. 365–375, 2011. DOI: 10.1590/S1809-48722011000300016.

TAVAKOLI, Mahdiye; JALILEVAND, Nahid; KAMALI, Mohammad; MODARRESI, Yahya; ZARANDY, Masoud Motasaddi. Speech Intelligibility in Children with Cochlear Implants Compared to Normal-Hearing Peers Matched for Chronological Age and Hearing Age. **Auditory and Vestibular Research**, [S. l.], 2022. DOI: 10.18502/avr.v31i3.9873. Disponível em: <https://publish.kne-publishing.com/index.php/AVR/article/view/9873>. Acesso em: 28 jul. 2022.

THABET, Mirahan T.; SAID, Nithreen M. Cortical auditory evoked potential (P1): A potential objective indicator for auditory rehabilitation outcome. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, [S. l.], v. 76, n. 12, p. 1712–1718, 2012. DOI: 10.1016/j.ijporl.2012.08.007.

THARPE, Anne Marie; ASHMEAD, Daniel H.; ROTHPLETZ, Ann M. Visual Attention in Children With Normal Hearing, Children With Hearing Aids, and Children With Cochlear Implants. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, [S. l.], v. 45, n. 2, p. 403–413, 2002. DOI: 10.1044/1092-4388(2002/032).

UDHOLM, N.; AABERG, K.; BLOCH, C.; SANDAHL, M.; OVESEN, T. Cognitive and outcome measures seem suboptimal in children with cochlear implants - a cross-sectional study. **Clinical Otolaryngology**, [S. l.], v. 42, n. 2, p. 315–321, 2017. DOI: 10.1111/coa.12723.

ULANET, Patricia Gates; CARSON, Christine M.; MELLON, Nancy K.; NIPARKO, John K.; OUELLETTE, Meredith. Correlation of neurocognitive processing subtypes with language performance in young children with cochlear implants. **Cochlear Implants International**, [S. l.], v. 15, n. 4, p. 230–240, 2014. DOI: 10.1179/1754762814Y.0000000077.

UMAT, C.; SITI HUFDAIDAH, K.; AZLIZAWATI, A. R. Auditory functionality and early use of speech in a group of pediatric cochlear implant users. **The Medical Journal of Malaysia**, [S. l.], v. 65, n. 1, p. 7–13, 2010.

VENTURA, Luzia Maria Pozzobom; COSTA FILHO, Orozimbo Alves; ALVARENGA, Kátia de Freitas. Maturação do sistema auditivo central em crianças ouvintes normais. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, [S. l.], v. 21, n. 2, p. 101–106, 2009. DOI: 10.1590/S0104-56872009000200003.

VOHR, Betty; TOPOL, Deborah; GIRARD, Nicole; ST PIERRE, Lucille; WATSON, Victoria; TUCKER, Richard. Language outcomes and service provision of preschool children with congenital hearing loss. **Early Human Development**, [S. l.], v. 88, n. 7, p. 493–498, 2012. DOI: 10.1016/j.earlhumdev.2011.12.007.

VOLPATO, Francesca. Verbal working memory resources and comprehension of relative clauses in children with cochlear implants. **First Language**, [S. l.], v. 40, n. 4, p. 390–410, 2020. DOI: 10.1177/0142723719900739.

WANG, Nae-Yuh; EISENBERG, Laurie S.; JOHNSON, Karen C.; FINK, Nancy E.; TOBEY, Emily A.; QUITTNER, Alexandra L.; NIPARKO, John K. Tracking Development of Speech Recognition: Longitudinal Data From Hierarchical

Assessments in the Childhood Development After Cochlear Implantation Study. **Otology & Neurotology**, [S. l.], v. 29, n. 2, p. 240–245, 2008. DOI: 10.1097/MAO.0b013e3181627a37.

WATSON, D. R.; TITTERINGTON, J.; HENRY, A.; TONER, J. G. Auditory sensory memory and working memory processes in children with normal hearing and cochlear implants. **Audiol Neurootol**, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 65–76, 2007. DOI: 10.1159/000097793.

WECHSLER-KASHI, D.; SCHWARTZ, R. G.; CLEARY, M. Picture naming and verbal fluency in children with cochlear implants. **J Speech Lang Hear Res**, [S. l.], v. 57, n. 5, p. 1870–82, 2014. DOI: 10.1044/2014_JSLHR-L-13-0321.

WUNDERLICH, Julia Louise; CONE-WESSON, Barbara Katherine. Maturation of CAEP in infants and children: A review. **Hearing Research**, [S. l.], v. 212, n. 1–2, p. 212–223, 2006. DOI: 10.1016/j.heares.2005.11.008.

YANG, Ying; LI, Qiong; XIAO, Yanan; LIU, Yulu; SUN, Kangning; LI, Bo; ZHENG, Qingyin. Auditory Discrimination Elicited by Nonspeech and Speech Stimuli in Children With Congenital Hearing Loss. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, [S. l.], v. 65, n. 10, p. 3981–3995, 2022. DOI: 10.1044/2022_JSLHR-22-00008.

ZHANG, L. L.; ZHONG, Y. Q.; SUN, J. W.; CHEN, L.; SUN, J. Q.; HOU, X. Y.; CHEN, J. W.; GUO, X. T. Deficit of long-term memory traces for words in children with cochlear implants. **Clinical Neurophysiology**, [S. l.], v. 131, n. 6, p. 1323–1331, 2020. DOI: 10.1016/j.clinph.2020.03.012.

ZIMMERMAN-PHILLIPS, Sue; OSBERGER, Mary Joe; ROBBINS, Amy McConkey. **Infant-Toddler Meaningful Auditory Integration Scale**. Sylmar, CA: Advanced Bionics Corporation, 1997.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para participantes da pesquisa

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PARTICIPANTES DA PESQUISA

Título da pesquisa: **Relação do domínio das habilidades auditivas com o desempenho em tarefas envolvendo as funções neuropsicológicas em crianças com deficiência auditiva**

Nome das pesquisadoras: Fgo. Jefferson Vilela da Silva Lima e Prof^a Dr^a Ana Claudia Mirândola Barbosa Reis

Departamento: Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

Duração da pesquisa: 24 meses

Nós, fonoaudiólogo Jefferson Vilela da Silva Lima e Prof.^a Dr.^a Ana Claudia Mirândola Barbosa Reis convidamos você, para participar, como voluntário, deste nosso estudo intitulado “**Relação do domínio das habilidades auditivas com o desempenho em tarefas envolvendo as funções neuropsicológicas em crianças com deficiência auditiva**” que tem o propósito de verificar a relação do domínio das habilidades auditivas com o desempenho em tarefas envolvendo as funções neuropsicológicas em crianças com deficiência auditiva. Para avaliar dificuldades relacionadas às habilidades auditivas com a percepção dos sons da fala faremos alguns exames.

Inicialmente, serão coletadas algumas informações do prontuário do seu (sua) filho (a), como sexo, idade, tempo de uso do implante coclear, tempo que ficou sem ouvir, nível de escolaridade da criança e do responsável, frequência ao processo terapêutico fonoaudiológico, comunicação predominante, bem como as dificuldades e competências do sujeito. Os exames são sobre a percepção de fala de alguns sons da língua portuguesa e um outro envolvendo a audição e alguns questionários para investigar a percepção dos pais em relação ao desenvolvimento da audição e linguagem. O (A) Senhor(a) responderá algumas perguntas feitas pelo pesquisador

(entrevista inicial/anamnese) antes de iniciarmos os testes de audição e linguagem. Os exames auditivos não causam dor, não utilizam métodos invasivos e não oferecem riscos à saúde e são compostos por: exame de audição em que seu filho detectará os sons e levantará a mão quando ouvir, detectará a fala e repetirá se conseguir entender, e outro exame seria a opção colocar um fone na orelha para avaliar como a audição está funcionando, e o exame que coloca eletrodos (umas pecinhas que tem adesivos conectadas a um fio) na testa e atrás da orelhas para ver a audição da parte do cérebro e, por fim o teste para avaliar a parte neuropsicológica, da fala e os sons que compõem e o reconhecimento de palavras.

Sua participação contará com o preenchimento de um questionário que contém perguntas sobre os comportamentos de audição do seu filho. Será rápido com duração de 15 minutos, no máximo. Esse preenchimento ocorrerá em dois momentos: antes de iniciar o treinamento auditivo e depois de finalizar o treinamento auditivo.

O(a) Senhor(a) pode recusar sua participação nesta pesquisa sem explicar os motivos a qualquer momento do estudo. Sua participação é voluntária, não tem custos financeiros e o(a) senhor(a) não será remunerado ao participar.

Todas as informações coletadas serão usadas exclusivamente para fins de pesquisa e publicação científica.

Será pedido autorização para o seu (sua) filho (a) se deseja participar, você poderá conversar com eles antes de assinar esse termo, concordando com a participação deles. Você não é obrigado a autorizar a participação do (a) seu (sua) filho (a) no estudo, os que não aceitarem participar do estudo não serão prejudicados em relação à qualidade de atendimento ou tratamento nas dependências deste serviço.

Eu, _____
concordo, de forma livre, esclarecida e espontânea participar da pesquisa **“Relação do domínio das habilidades auditivas com o desempenho em tarefas envolvendo as funções neuropsicológicas em crianças com deficiência auditiva”**.

Qualquer dúvida a respeito do estudo, antes ou durante sua execução, será esclarecida pelas pesquisadoras Prof.^a Dr.^a Ana Cláudia Mirândola Barbosa Reis (docente do Curso de Fonoaudiologia da FMRP), pelo Fgo. Jefferson Vilela da Silva Lima (16) 3315-9253 ou no Centro Especializado de Fonoaudiologia e Otorrinolaringologia do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto.

Um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é composto por um grupo de pessoas que são responsáveis por supervisionarem pesquisas em seres humanos que são realizadas na instituição e tem a função de proteger e garantir os direitos, a segurança e o bem-estar de todos os participantes de pesquisa que se voluntariam a participar da mesma. O CEP do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto é localizado no subsolo do hospital e funciona de segunda a sexta-feira, das 8:00 às 17:00hs, telefone de contato (016) 3602-2228

Participante: _____ Assinatura: _____ Data: _____

Pesquisador(a): _____ Assinatura: _____ Data: _____

Se você quiser pode entrar em contato pessoalmente:

Nome dos pesquisadores: Prof.^a Dr.^a Ana Cláudia Mirândola Barbosa Reis, Fgo. Jefferson Vilela da Silva Lima. Departamento de Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

Endereço: Av. Bandeirantes, 3900 Departamento de Ciências da Saúde

Rua Prof. Miguel Covian, 120 2º andar SL B24 (Secretaria) ou sala B-26 (2º andar)

CEP: 14049-900 – Ribeirão Preto - SP

APÊNDICE B – Termo de Assentimento

TERMO DE ASSENTIMENTO

Estamos fazendo um convite a você, para participar, como voluntário, deste nosso estudo. Esta pesquisa tem como objetivo conhecer a relação da parte auditiva com o desempenho nos testes envolvendo as funções neuropsicológicas. Para isso, você entrará em uma sala pequena e silenciosa, você escutará alguns sons por meio do fone de ouvido e depois com caixas de som e necessitará localizar os sons. Você deverá repetir algumas frases ou palavras que irá ouvir com fone. Os testes terão duração de 50 minutos e mais 10 minutos com seu pai/mãe, mas é possível que você se sinta um pouco cansado, e, portanto, poderá solicitar intervalo quando desejar. Foi pedido autorização de seus responsáveis para a sua participação na pesquisa, você poderá conversar com eles antes de assinar esse termo, concordando com a sua participação.

Estamos fazendo este estudo, pois queremos saber se com a audição bem desenvolvida e parte da linguagem também estará. Desta forma, poderemos ajudar ainda mais você e as pessoas que ainda não fazem uso dessa atividade em casa.

Durante todo o período de pesquisa você tem o direito de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento com as pesquisadoras, Prof.^a Dr.^a Ana Cláudia Mirândola Barbosa Reis ou com os Fonoaudiólogos Caroline Favaretto Martins de Moraes e Jefferson Vilela da Silva Lima ou com seus pais. Este estudo foi avaliado e aprovado por um comitê de ética.

Por esse termo, eu, _____, _____ anos concordo em participar da pesquisa.

Ribeirão Preto, _____ de _____.

Assinatura do participante da pesquisa ou digital

Assinatura da responsável da pesquisa

APÊNDICE C – Correlação das medidas de latência e amplitude do potencial evocado de longa latência (P1) com o desempenho nas tarefas neurocognitivas

	P1 – CzA1				P1 – CzA2			
	Latência		Amplitude		Latência		Amplitude	
	ρ	p^*	ρ	p^*	ρ	p^*	ρ	p^*
1. Orientação	-0.59030	0.0126	0.53587	0.0266	-0.33865	0.1836	0.65849	0.0041
2. Atenção	0.00264	0.9915	0.56140	0.0124	-0.42723	0.0603	0.61000	0.0043
2.1. Atenção visual - Cancelamento de figuras	-0.23646	0.3297	0.13802	0.5731	-0.19389	0.4127	0.32516	0.1618
2.2. Atenção auditiva - Repetição de sequências de dígitos (ordem direta)	0.03603	0.8836	0.58421	0.0086	-0.44904	0.0470	0.52426	0.0176
Maior sequência respondida corretamente (<i>span</i>)	0.16747	0.4931	0.33172	0.1653	-0.29310	0.2098	0.37080	0.1075
3. Percepção	-0.29165	0.2257	0.39877	0.0908	-0.52820	0.0167	0.23118	0.3268
4. Memória	-0.42989	0.0662	0.44318	0.0574	-0.62039	0.0035	0.43717	0.0539
4.1. Memória de trabalho (operacional)	-0.36308	0.1265	0.42387	0.0705	-0.57976	0.0074	0.40256	0.0785
4.1.1. Memória de trabalho (operacional) - Componente fonológico e executivo central	-0.18725	0.4427	0.43352	0.0637	-0.35440	0.1252	0.39842	0.0819
A) Repetição de dígitos (ordem inversa)	-0.14776	0.5461	0.06409	0.7943	-0.22507	0.3401	0.08017	0.7369
Maior sequência respondida corretamente (<i>span</i>)	-0.29445	0.2211	-0.05712	0.8163	-0.28663	0.2205	-0.10960	0.6455
B) <i>Span</i> de pseudopalavras	-0.18830	0.4401	0.68423	0.0012	-0.10843	0.6491	0.55761	0.0106
Maior sequência respondida corretamente (<i>span</i>)	-0.01992	0.9355	0.44986	0.0533	0.01363	0.9545	0.26155	0.2653
4.1.2. Memória de trabalho (operacional) – Visuoespacial	-0.43448	0.0631	0.23178	0.3397	-0.56304	0.0097	0.23937	0.3094
Maior sequência respondida corretamente (<i>span</i>)	-0.46953	0.0425	-0.42426	0.0623	-0.42426	0.0623	0.32528	0.1617
4.2. Memória episódico-semântica verbal	-0.09631	0.6949	0.46971	0.0424	-0.60406	0.0048	0.37411	0.1042
A) Evocação imediata	0.06159	0.8022	0.24506	0.3119	-0.49736	0.0257	0.22214	0.3466
B) Evocação tardia	-0.07011	0.7755	0.47888	0.0380	-0.47756	0.0332	0.34968	0.1307
4.3. Memória semântica	-0.26487	0.2731	0.50330	0.0280	-0.27067	0.2484	0.40393	0.0774
4.4. Memória episódico-semântica visuoverbal - Lista de figuras – Recordação	-0.37511	0.1135	0.00176	0.9943	-0.16485	0.4874	0.23447	0.3197
5. Linguagem	-0.20035	0.4108	0.60702	0.0059	-0.35352	0.1263	0.41369	0.0698

5.1. Linguagem Oral	-0.05360	0.8275	0.66842	0.0018	-0.15495	0.5142	0.57841	0.0075
5.1.1. Nomeação	0.00000	1.0000	0.06630	0.8218	0.28288	0.3271	0.30056	0.2964
5.1.2. Consciência fonológica – Total	0.02775	0.9218	0.43253	0.1073	-0.48454	0.0572	0.51950	0.0392
A) Rima	-0.05202	0.8539	0.20949	0.4537	-0.55826	0.0246	0.05895	0.8283
B) Subtração fonêmica	-0.00269	0.9924	0.43828	0.1022	-0.33456	0.2053	0.62739	0.0093
5.1.3. Compreensão oral	0.01508	0.9526	0.35392	0.1496	-0.35056	0.1412	0.37881	0.1097
5.1.4. Processamento inferencial	0.11036	0.6629	0.57902	0.0118	-0.06537	0.7903	0.35071	0.1410
5.2. Linguagem escrita	-0.19772	0.4172	0.53684	0.0178	-0.37759	0.1007	0.37232	0.1060
5.2.1. Leitura em voz alta	-0.16571	0.4978	0.60114	0.0065	-0.32241	0.1656	0.63654	0.0025
A) Sílabas	-0.22023	0.4303	0.52500	0.0445	-0.11618	0.6801	0.59643	0.0189
B) Palavras	-0.34419	0.1761	0.6147	0.0086	-0.36710	0.1472	0.47117	0.0562
C) Pseudopalavras	0.00792	0.9743	0.32836	0.1699	-0.09375	0.6942	0.52974	0.0163
5.2.2. Compreensão escrita	-0.48770	0.0470	0.26151	0.3106	-0.39988	0.1118	0.29343	0.2530
5.2.3. Escrita de palavras e pseudopalavras	-0.30374	0.2062	0.40193	0.0880	-0.40482	0.0766	0.20241	0.3921
A) Palavras	-0.30053	0.2112	0.40526	0.0852	-0.53649	0.0147	0.36080	0.1181
B) Pseudopalavras	-0.15530	0.5255	0.39526	0.0939	-0.30610	0.1893	0.08396	0.7249
5.2.4. Escrita espontânea	0.03301	0.8933	0.41388	0.0781	-0.21720	0.3577	0.27715	0.2368
5.2.5. Escrita copiada	-0.50226	0.0564	0.20845	0.4559	-0.21778	0.4178	0.24463	0.3612
6. Habilidades visuoespaciais - Cópia de figuras	0.39631	0.0930	-0.10526	0.6680	0.04363	0.8551	-0.13990	0.5563
7. Habilidades aritméticas	-0.09807	0.6896	0.35294	0.1383	-0.39420	0.0855	0.13178	0.5797
8. Funções executivas								
8.1. Fluência verbal	-0.12659	0.6056	0.45810	0.0486	-0.09067	0.7038	0.31226	0.1801
A) Ortográfica	0.01846	0.9402	0.14831	0.5445	-0.01204	0.9598	0.18661	0.4308
B) Semântica	-0.14248	0.5607	0.41440	0.0777	-0.12571	0.5974	0.24802	0.2917
8.2. Tarefa Go-no Go	-0.21900	0.3677	0.37401	0.1147	-0.08656	0.7167	0.44411	0.0498

Legenda: p – P-valor; ρ – Coeficiente de correlação de Spearman

* Coeficiente de correlação de Spearman. Considerou-se nível de significância de 5%.

Grifos em negrito indicam os resultados significativos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

APÊNDICE D – Correlação das medidas de latência e amplitude do potencial evocado de longa latência (MMN) com o desempenho nas tarefas neurocognitivas

	MMN – CzA1				MMN – CzA2			
	Latência		Amplitude		Latência		Amplitude	
	ρ	p^*	ρ	p^*	ρ	p^*	ρ	p^*
1. Orientação	0.27345	0.2882	-0.05886	0.8225	0.25138	0.3304	-0.32741	0.1996
2. Atenção	-0.03308	0.8899	0.21353	0.3660	0.18278	0.4405	-0.09023	0.7052
2.1. Atenção visual - Cancelamento de figuras	-0.00603	0.9799	0.08748	0.7138	0.07393	0.7567	-0.12670	0.5945
2.2. Atenção auditiva - Repetição de sequências de dígitos (ordem direta)	0.00000	1.0000	-0.01053	0.9649	0.19857	0.4013	-0.21654	0.3591
Maior sequência respondida corretamente (<i>span</i>)	0.05882	0.8054	0.20060	0.3964	0.26518	0.2585	-0.12368	0.6034
3. Percepção	-0.33057	0.1546	-0.39940	0.0810	-0.20961	0.3751	-0.37595	0.1023
4. Memória	0.21061	0.3728	-0.20233	0.3923	0.33785	0.1452	-0.29710	0.2033
4.1. Memória de trabalho (operacional)	0.23618	0.3161	-0.12260	0.6066	0.41986	0.0653	-0.26702	0.2551
4.1.1. Memória de trabalho (operacional) - Componente fonológico e executivo central	0.31290	0.1792	0.03159	0.8948	0.55380	0.0113	-0.19782	0.4031
A) Repetição de dígitos (ordem inversa)	0.27690	0.2373	0.14522	0.5413	0.51110	0.0213	-0.06847	0.7742
Maior sequência respondida corretamente (<i>span</i>)	0.19578	0.4081	-0.01355	0.9548	0.32203	0.1662	-0.14834	0.5325
B) <i>Span</i> de pseudopalavras	0.01204	0.9598	-0.17915	0.4498	0.06627	0.7813	-0.24614	0.2955
Maior sequência respondida corretamente (<i>span</i>)	0.01892	0.9369	-0.15135	0.5242	0.08062	0.7354	-0.02800	0.9067
4.1.2. Memória de trabalho (operacional) – Visuoespacial	-0.08578	0.7192	-0.29872	0.2008	-0.03350	0.8885	-0.08126	0.7334
Maior sequência respondida corretamente (<i>span</i>)	-0.04758	0.8421	-0.25831	0.2715	-0.12807	0.5905	-0.04305	0.8570
4.2. Memória episódico-semântica verbal	-0.02107	0.9297	-0.23853	0.3112	0.22394	0.3426	-0.09406	0.6933
A) Evocação imediata	0.04140	0.8624	-0.28227	0.2279	0.18411	0.4371	-0.06775	0.7766
B) Evocação tardia	-0.16214	0.4946	-0.23228	0.3244	0.09242	0.6984	-0.04374	0.8547
4.3. Memória semântica	-0.12755	0.5920	-0.02264	0.9245	0.11099	0.6413	-0.25887	0.2704
4.4. Memória episódico-semântica visuoverbal - Lista de figuras – Recordação	0.36719	0.1112	0.28367	0.2255	0.27851	0.2344	0.02182	0.9272
5. Linguagem	-0.23609	0.3163	-0.29624	0.2047	-0.08123	0.7335	-0.47820	0.0330

5.1. Linguagem Oral	-0.18045	0.4465	-0.15188	0.5227	-0.04062	0.8650	-0.36692	0.1115
5.1.1. Nomeação	-0.02873	0.9223	0.16133	0.5816	-0.11492	0.6957	-0.05304	0.8571
5.1.2. Consciência fonológica – Total	0.11626	0.6681	-0.05298	0.8455	0.30707	0.2473	-0.24871	0.3530
A) Rima	-0.24908	0.3522	-0.02653	0.9223	-0.04499	0.8686	0.17244	0.5231
B) Subtração fonêmica	0.23564	0.3796	-0.14580	0.5900	0.37362	0.1540	-0.44624	0.0832
5.1.3. Compreensão oral	0.08473	0.7302	-0.15711	0.5207	0.21271	0.3819	-0.33275	0.1639
5.1.4. Processamento inferencial	-0.21104	0.3858	-0.20663	0.3960	-0.03357	0.8915	-0.10949	0.6554
5.2. Linguagem escrita	-0.13684	0.5651	-0.31729	0.1728	-0.00527	0.9824	-0.44211	0.0510
5.2.1. Leitura em voz alta	0.31476	0.1765	-0.01355	0.9548	0.34652	0.1345	-0.18223	0.4419
A) Sílabas	-0.21429	0.4431	0.15000	0.5936	-0.17143	0.5413	-0.07857	0.7808
B) Palavras	0.11779	0.6525	-0.25153	0.3301	0.10429	0.6904	-0.28466	0.2681
C) Pseudopalavras	0.36808	0.1103	0.13097	0.5820	0.40889	0.0734	-0.11065	0.6424
5.2.2. Compreensão escrita	0.13628	0.6020	0.06875	0.7932	0.16206	0.5343	-0.11050	0.6729
5.2.3. Escrita de palavras e pseudopalavras	-0.40241	0.0786	-0.30839	0.1859	-0.26185	0.2648	-0.40692	0.0750
A) Palavras	-0.29184	0.2118	-0.24520	0.2974	-0.17043	0.4725	-0.53479	0.0151
B) Pseudopalavras	-0.25593	0.2761	-0.29582	0.2054	-0.09827	0.6802	-0.19496	0.4101
5.2.4. Escrita espontânea	-0.11383	0.6328	-0.24425	0.2994	0.08145	0.7328	-0.29627	0.2047
5.2.5. Escrita copiada	-0.22667	0.3986	0.18075	0.5029	-0.18519	0.4923	0.10667	0.6942
6. Habilidades visuoespaciais - Cópia de figuras	-0.21955	0.3523	0.16692	0.4818	-0.00075	0.9975	0.08722	0.7146
7. Habilidades aritméticas	-0.34776	0.1330	-0.03914	0.8699	-0.15889	0.5034	0.00527	0.9824
8. Funções executivas								
8.1. Fluência verbal	-0.07371	0.7574	-0.06243	0.7937	-0.07600	0.7501	-0.13840	0.5606
A) Ortográfica	0.12712	0.5933	0.19180	0.4179	0.06622	0.7815	-0.12185	0.6088
B) Semântica	-0.12716	0.5932	-0.04891	0.8378	-0.04215	0.8599	-0.03837	0.8724
8.2. Tarefa Go-no Go	-0.08503	0.7215	0.28066	0.2307	-0.11441	0.6310	-0.08503	0.7215

Legenda: p – P-valor; ρ – Coeficiente de correlação de Spearman; MMN – *Mismatch Negativity*; μV – microvolts

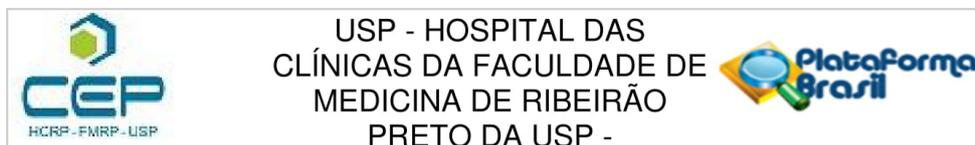
* Coeficiente de correlação de Spearman. Considerou-se nível de significância de 5%.

Grifos em negrito indicam os resultados significativos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

ANEXOS

ANEXO A – Parecer consubstanciado do CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: HABILIDADES AUDITIVAS, PROCESSAMENTO FONOLÓGICO E FUNÇÕES NEUROPSICOLÓGICAS EM CRIANÇAS USUÁRIAS DE IMPLANTE COCLEAR

Pesquisador: Ana Cláudia Mirândola Barbosa Reis

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 22611119.6.0000.5440

Instituição Proponente: Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP -

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.218.332

Apresentação do Projeto:

O presente projeto de pesquisa “HABILIDADES AUDITIVAS, PROCESSAMENTO FONOLÓGICO E FUNÇÕES NEUROPSICOLÓGICAS EM CRIANÇAS USUÁRIAS DE IMPLANTE COCLEAR” é apresentado por uma equipe de profissionais, Fga. Caroline Favaretto Martins de Moraes, Fgo. Jeferson Vilela da Silva Lima, Prof. Dr. Miguel Hypollito e Profa Dra Ana Claudia Mirandola Barbosa Reis e Profa Dra Patricia Pupim Mandra.

Objetivo da Pesquisa:

Os pesquisadores apresentam como objetivo “...verificar a relação do domínio das habilidades auditivas com o desempenho em tarefas de processamento fonológico e funções neuropsicológicas”.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

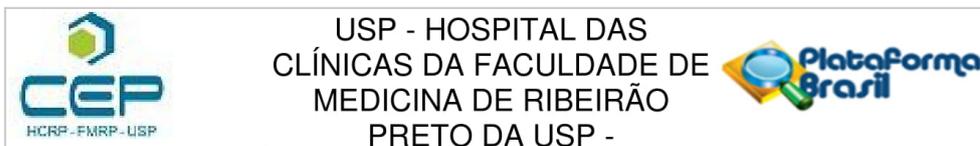
A partir dos procedimentos de pesquisa, não invasivos, os pesquisadores referem que os riscos para o estudo são mínimos. Não há benefício direto aos sujeitos que participarão do estudo, mas sim o benefício indireto, a partir dos resultados.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Os voluntários serão recrutados do ambulatório do Programa de Saúde Auditiva, no Centro de Otorrinolaringologia e Fonoaudiologia (CEOF-HCFMRP).

A casuística será composta por 30 sujeitos, de ambos os sexos, com idade entre 5 a 17 anos, com

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO
Bairro: MONTE ALEGRE **CEP:** 14.048-900
UF: SP **Município:** RIBEIRÃO PRETO
Telefone: (16)3602-2228 **Fax:** (16)3633-1144 **E-mail:** cep@hcrp.usp.br



Continuação do Parecer: 4.218.332

perda auditiva. Os critérios de inclusão apresentados são: a) Diagnóstico de perda auditiva sensorineural de grau severo a profundo bilateral; b) Utilizar IC ha no mínimo 3 anos; c) Ter iniciado a adaptação do dispositivo eletrônico para surdez antes dos 3 anos de idade; d) Ter iniciado a (re)habilitação auditiva periódica antes dos 3 anos de idade.

Os critérios de exclusão são: a) Doenças neurológicas diagnosticadas; b) Distúrbio psiquiátrico ou psicológico importante (síndrome do pânico, esquizofrenia, entre outros); c) Cirurgias otológicas; d) Distúrbios cognitivos que possam comprometer a aquisição de linguagem;

Como procedimento de pesquisa estão descritos:

A – Análise do prontuário hospitalar;

B – Avaliação Auditiva Comportamental

C - Teste de percepção de fala, (Teste de avaliação da capacidade mínima TACAM; GASP; Índice Percentual de Reconhecimento de Fala com apoio de figuras).

D. Questionários de autoavaliação: (D1. IT-MAIS – Escala de integração auditiva Significativa: procedimento adaptado para a avaliação da percepção da fala, desenvolvido por Castiquini (1998). Sendo uma adaptação do Infant-Toddler: Meaningful Auditory Integration Scale (IT-MAIS) de Zimmerman-Phillips, Osberger e Robbins (1997); D 2 - MUSS – Uma proposta de avaliação da linguagem oral, desenvolvido por Nascimento (1997), adaptado de Robins e Osberger (1990) - Meaningful use of speech scales; D 3 - PEACH – Parent s Evaluation of Aural/oral performance of Children – Avaliação dos pais do desempenho aural/oral da criança desenvolvido por Teresa Ching e Mandy Hill (2007). Traduzido e adaptado por Levy e Rod (2010).

E - Identificação da categorização de audição e linguagem de cada sujeito.

F. Teste eletrofisiológico - Potencial evocado auditivo de longa latência

G. Avaliação de Linguagem

H. Processamento Fonológico CONFIAS (MOOJEN, 2003)

I. Funções neuropsicológicas: Avaliação Breve Infantil (NEUPSILIN-Inf)

No projeto há descrição de cada avaliação e seus instrumentos, respeitando as faixas etárias, incluindo as versões que irão utilizar, os procedimentos, a computação das respostas e análises.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os pesquisadores apresentam um único Termo, com a identificação da equipe responsável pelo

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO
Bairro: MONTE ALEGRE **CEP:** 14.048-900
UF: SP **Município:** RIBEIRÃO PRETO
Telefone: (16)3602-2228 **Fax:** (16)3633-1144 **E-mail:** cep@hcrp.usp.br



USP - HOSPITAL DAS
CLÍNICAS DA FACULDADE DE
MEDICINA DE RIBEIRÃO
PRETO DA USP -



Continuação do Parecer: 4.218.332

estudo, assim como, com a descrição do objetivo do mesmo. O Termo é destinado ao responsável pela criança e/ou adolescente que participará da pesquisa, ao final, no mesmo consta o Termo de Assentimento. No Termo é possível identificar os seguintes itens:

A – Informações dos tipos de testes e/ou avaliação que serão realizados, uma descrição dos mesmos de forma acessível para pessoas que não são da área da saúde;

B – Que o responsável pela criança e/ou adolescente também terá uma participação no estudo, por meio do preenchimento de um questionário;

C – Autonomia por parte dos voluntários em recusar o convite para participação, sem qualquer tipo de penalização;

D – Ausência de riscos físicos, psíquicos, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual, nos procedimentos de pesquisa;

E – Ausência de custos para participação do estudo;

F – O direito aos dispositivos legais de indenização, por eventuais danos;

G – A descrição da ausência de benefícios diretos aos voluntários;

H – O compromisso dos pesquisadores no uso dos dados para fins científicos, garantindo o anonimato dos voluntários;

Ainda, ao final do Termo consta um contato de celular para contato com um dos pesquisadores, não somente em período comercial.

Recomendações:

Não há

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto e à luz da Resolução CNS 466/2012, o projeto de pesquisa Versão 3 - julho de 2020, assim como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido vVersão 2 - julho de 2020, podem ser enquadrados na categoria APROVADO.

Considerações Finais a critério do CEP:

Projeto Aprovado: Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados ao CEP, relatórios parciais anuais referentes ao andamento da pesquisa e relatório final ao término do trabalho. Qualquer modificação do projeto original deve ser apresentada a este CEP em nova versão, de forma objetiva e com justificativas, para nova apreciação.

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO
Bairro: MONTE ALEGRE **CEP:** 14.048-900
UF: SP **Município:** RIBEIRAO PRETO
Telefone: (16)3602-2228 **Fax:** (16)3633-1144 **E-mail:** cep@hcrp.usp.br



USP - HOSPITAL DAS
CLÍNICAS DA FACULDADE DE
MEDICINA DE RIBEIRÃO
PRETO DA USP -



Continuação do Parecer: 4.218.332

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1415677.pdf	21/07/2020 21:58:20		Aceito
Outros	CartaoCEPpendencia3versao.pdf	21/07/2020 21:57:50	Ana Cláudia Mirândola Barbosa Reis	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoVersao3julho20.pdf	12/07/2020 20:56:39	Ana Cláudia Mirândola Barbosa Reis	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLERVersao3julho20.pdf	12/07/2020 20:56:19	Ana Cláudia Mirândola Barbosa Reis	Aceito
Outros	CartaCEPpendenciaaversao2.pdf	11/03/2020 18:53:56	Ana Cláudia Mirândola Barbosa Reis	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoVersao2marco20.pdf	11/03/2020 18:52:15	Ana Cláudia Mirândola Barbosa Reis	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoVersao1.docx	02/10/2019 14:45:57	Ana Cláudia Mirândola Barbosa Reis	Aceito
Outros	UPCassinado.pdf	02/10/2019 14:40:04	Ana Cláudia Mirândola Barbosa Reis	Aceito
Outros	SAMEassinado.pdf	02/10/2019 14:37:53	Ana Cláudia Mirândola Barbosa Reis	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.docx	27/09/2019 20:35:17	Ana Cláudia Mirândola Barbosa Reis	Aceito
Orçamento	ORCAMENTOUPC.docx	27/09/2019 20:34:54	Ana Cláudia Mirândola Barbosa Reis	Aceito
Folha de Rosto	FRassinada.pdf	27/09/2019 20:34:16	Ana Cláudia Mirândola Barbosa Reis	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO
Bairro: MONTE ALEGRE **CEP:** 14.048-900
UF: SP **Município:** RIBEIRAO PRETO
Telefone: (16)3602-2228 **Fax:** (16)3633-1144 **E-mail:** cep@hcrp.usp.br



USP - HOSPITAL DAS
CLÍNICAS DA FACULDADE DE
MEDICINA DE RIBEIRÃO
PRETO DA USP -



Continuação do Parecer: 4.218.332

RIBEIRAO PRETO, 17 de Agosto de 2020

Assinado por:
MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA
(Coordenador(a))

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO
Bairro: MONTE ALEGRE **CEP:** 14.048-900
UF: SP **Município:** RIBEIRAO PRETO
Telefone: (16)3602-2228 **Fax:** (16)3633-1144 **E-mail:** cep@hcrp.usp.br

Página 05 de 05

ANEXO B - Procedimento de avaliação de percepção de fala em crianças deficientes auditivas profundas a partir de cinco anos de idade (GASP)

AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DA FALA EM CRIANÇAS DEFICIENTES AUDITIVAS PROFUNDAS À PARTIR DE 05 ANOS DE IDADE

Nome:

Idade:

Avaliador:

Dispositivo:

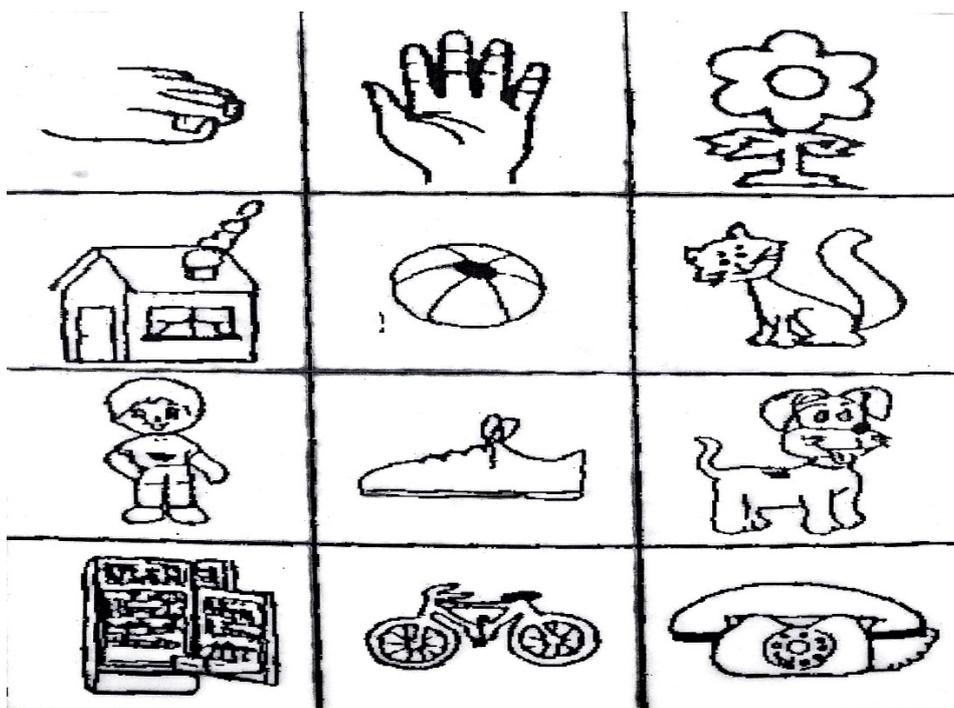
Tempo de uso:

Data de aplicação:

1ª PROVA- DETECÇÃO DOS SONS DE LING

Sons de Ling						
	/a/	/i/	/u/	/j/	/s/	/m/
ESCORE						

5ª PROVA- RECONHECIMENTO DE PALAVRAS



RESPOSTA	ESTÍMULO											
	PÉ	MÃO	FLOR	GATO	BOLA	CASA	SAPATO	MENINO	CACHORRO	TELEFONE	GELADEIRA	BICICLETA
Pé												
Mão												
Flor												
Gato												
Bola												
Casa												
Sapato												
Menino												
Cachorro												
Telefone												
Geladeira												
Bicicleta												
RECONHECIMENTO												
CATEGORIZAÇÃO												

6ª PROVA - COMPREENSÃO DE SENTENÇAS

	Nº de apresentações (pistas utilizadas)	Compreendeu auditivamente
1- Qual é o seu nome?		
2 - Quantos anos você tem?		
3 - Qual a cor do seu sapato?		
4 - Onde você mora?		
5 - Com quem você mora?		
6 - Qual o nome do seu irmão?		
7 - Onde está o seu aparelho auditivo?		
8 - Onde está a mamãe?		
9 - Você está na escola?		
10 - Vamos contar de 1 a 5?		

SCORE:

ANEXO C – Teste de percepção de fala com figuras

TPFF- Teste de Percepção de Fala com Figuras
Souza & Reis

Ficha do Examinador

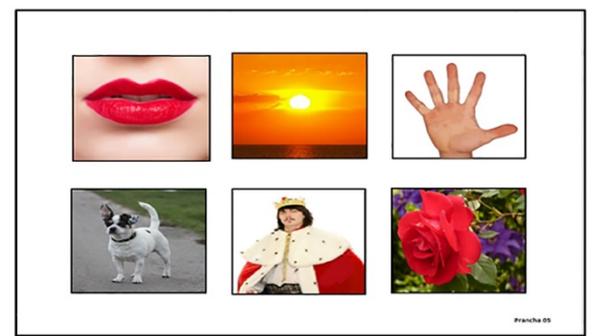
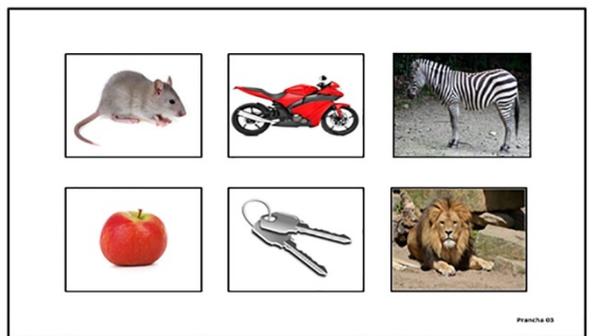
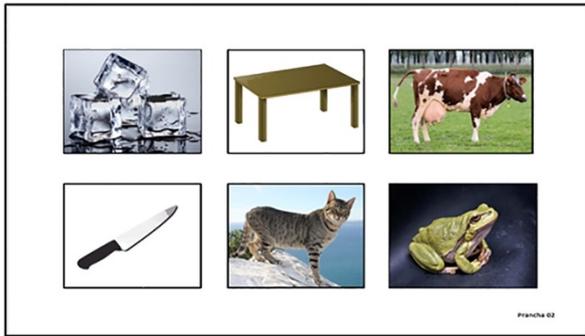
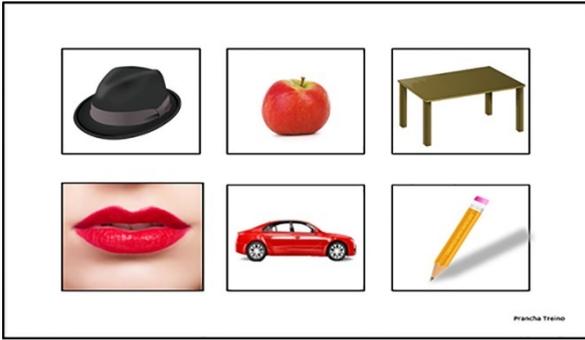
Lista de palavras para o Teste de Percepção de Fala com Figuras- TPFF

Lista de Palavras para Treino
Boca
Carro
Maçã
Lápis
Mesa

Lista de Palavras para Avaliação	
Palavra	Porcentagem (%)
Pato	100
Bola	96
Tênis	92
Dedo	88
Casa	84
Gato	80
Gelo	76
Faca	72
Vaca	68
Sapo	64
Zebra	60
Chave	56
Moto	52
Leão	48
Rato	44
Anel	40
Olho	36
Uva	32
Pé	28
Trem	24
Cão	20
Flor	16
Sol	12
Mão	08
Rei	04

Rua Piracicaba, 442 - CEP: 14090-230 - Jd. Paulista - Ribeirão Preto, SP
Fone/Fax: [16] 3624.5755 - E-mail: livraria@booktoy.com.br - www.booktoy.com.br





TPFF - Teste de Percepção de Fala com Figuras
Souza & Reis

Nome | _ _ _ _ _ | _ _ _ _ _ | _ _ _ _ _ | _ _ _ _ _ | _ _ _ _ _ | _ _ _ _ _ | _ _ _ _ _ | _ _ _ _ _ | _ _ _ _ _ | _ _ _ _ _ |

Data de Nascimento: __/__/__ Idade: _____ Sexo: () Feminino () Masculino

Dispositivo aplicado à surdez: () Não () Sim Qual? _____

Aplicador: _____ Início: _____ Término: _____

Data de aplicação: __/__/__ Resultado Final: _____%

Palavra	Resposta/Transcrição	Resultado
Pato		()Acerto ()Erro
Bola		()Acerto ()Erro
Tênis		()Acerto ()Erro
Dedo		()Acerto ()Erro
Casa		()Acerto ()Erro
Gato		()Acerto ()Erro
Gelo		()Acerto ()Erro
Faca		()Acerto ()Erro
Vaca		()Acerto ()Erro
Sapo		()Acerto ()Erro
Zebra		()Acerto ()Erro
Chave		()Acerto ()Erro
Moto		()Acerto ()Erro
Leão		()Acerto ()Erro
Rato		()Acerto ()Erro
Anel		()Acerto ()Erro
Olho		()Acerto ()Erro
Uva		()Acerto ()Erro
Pé		()Acerto ()Erro
Trem		()Acerto ()Erro
Cão		()Acerto ()Erro
Flor		()Acerto ()Erro
Sol		()Acerto ()Erro
Mão		()Acerto ()Erro
Rei		()Acerto ()Erro

Observação: _____

Rua Piracicaba, 442 - CEP: 14090-230 - Jd. Paulista - Ribeirão Preto, SP
Fone/Fax: [16] 3624.5755 - E-mail: livraria@booktoy.com.br - www.booktoy.com.br



ANEXO D – Escala de integração auditiva Significativa (IT-MAIS) e Avaliação da
linguagem oral (MUSS)

Nome: _____

Idade: _____ (anos e meses) Informante: _____

Tempo de uso do AASI/IC: _____ Tempo: _____

Condição de aplicação: _____ Data: _____

Questões IT-MAIS E MUSS	
IT-MAIS	MUSS
1. O comportamento da criança é modificado quando está usando o seu dispositivo auditivo (AASI ou IC)?	1. A criança usa vocalizações para atrair a atenção dos outros?
2. A criança produz sílabas bem articuladas e sequências silábicas que podem ser reconhecidas como “fala”?	2. Vocaliza durante interações comunicativas?
3. A criança responde espontaneamente ao seu nome, em ambiente silencioso, somente através da via auditiva, sem pistas visuais?	3. As vocalizações variam com o contexto e a mensagem?
4. A criança responde espontaneamente ao seu nome, na presença de ruído de fundo, somente através da via auditiva, sem pistas visuais?	4. É um desejo espontâneo da criança usar apenas linguagem oral para se comunicar com seus pais e/ou irmãos quando o tópico da conversa é conhecido ou familiar?
5. A criança, espontaneamente, está atenta aos sons ambientais sem ser induzida ou alertada sobre estes?	5. É um desejo da criança usar apenas a linguagem oral para se comunicar com os pais e/ou irmãos quando o assunto da conversa não é conhecido?
6. A criança está atenta, espontaneamente, aos sinais auditivos, quando em novos ambientes?	6. É um desejo da criança usar a linguagem oral espontaneamente durante contatos sociais com pessoas ouvintes?
7. A criança reconhece, espontaneamente, os sinais auditivos que fazem parte de sua rotina diária?	7. É desejo da criança usar apenas a linguagem oral ao se comunicar com pessoas com quem não tem familiaridade para obter alguma coisa que ela deseja?

8. A criança demonstra habilidade para discriminar espontaneamente dois falantes, usando somente a audição, sem pistas visuais?	8. A linguagem oral da criança é compreendida pelos outros que não estão familiarizados com ela?
9. A criança conhece espontaneamente as diferenças entre estímulos de fala e não fala somente através da audição?	9. A criança usa espontaneamente estratégias orais apropriadas de reparação e esclarecimentos quando a linguagem oral não é entendida pelas pessoas familiarizadas com ela?
10. A criança associa espontaneamente a entonação da voz (raiva, excitação, ansiedade) ao significado, apenas através da audição?	10. A criança usa espontaneamente estratégias orais apropriadas de reparação e esclarecimento quando a linguagem oral não é entendida pelas pessoas não familiarizadas com ela?

Folha de anotação dos resultados IT- MAIS e MUSS			
IT-MAIS	Respostas	MUSS	Respostas
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10		10	
Total de pontos	<u> </u> /40 %	Total de pontos	<u> </u> /40 %

Resposta - Classificação	
IT – MAIS	MUSS
0 = nunca (a criança não apresenta esse comportamento, os pais não podem oferecer exemplos, ou a criança nunca teve oportunidade de demonstrá-lo)	0 = nunca (a criança nunca faz isso, ou apenas com incentivo)
1 = raramente (a criança apresenta esse comportamento aproximadamente 25% das vezes)	1 = raramente (em menos que 50% do tempo)
2 = ocasionalmente (a criança apresenta esse comportamento aproximadamente 50% das vezes)	2 = ocasionalmente (em, no mínimo, 50% do tempo)
3 = frequentemente (a criança apresenta esse comportamento ao menos 75% das vezes)	3 = frequentemente (em, no mínimo, 75% do tempo)
4 = sempre (a criança responde consistentemente e adequadamente a variações na entonação)	4 = sempre usa espontaneamente apenas a fala

ANEXO E - Avaliação dos pais do desempenho aural/oral da criança
(PEACH)

PEACH

Nome da Criança: _____

Quem respondeu: _____

Entrevistador: _____ Data: _____

Questões Pré- Entrevista

Se a pontuação for menor ou igual a 1, não prosseguir, investigar a causa

1	A criança está usando o aparelho de amplificação sonora individual/ implante coclear?
2	Seu filho se incomoda com som alto?

Itens PEACH

Escala	Descrição do Item	Nunca 0% (0)	Raramente 25% (1)	Algumas vezes 50% (2)	Frequentemente 75% (3)	Sempre 100% (4)
Silêncio	3- Responde para o nome quando chamado em ambiente silencioso					
Silêncio	4- Atende a ordens simples em ambiente silencioso					
Ruído	5- Responde para o nome quando chamado em ambiente ruidoso					
Ruído	6- Atende a ordens simples em ambiente ruidoso					
Silêncio	7- Acompanha histórias lidas em voz alta					
Silêncio	8- Participa de conversas em ambiente silencio					
Ruído	9- Participa de conversas em ambiente ruidoso					
Ruído	10- Participa de conversas em transporte público					

Silêncio	11- Reconhece voz de familiares					
Silêncio	12- Conversa ao telefone					
Ruído	13- Reconhece sons ambientais					

	Pontuação Bruta	% score	Resultado
Silêncio	(3+4+7+8+11+12) A	$(A/24) \times 100$	
Ruído	(5+6+9+10+13) B	$(B/20) \times 100$	
Total	(A+B) C	$(C/44) \times 100$	