

JEZIELA CRISTINA RAIMUNDO

**ESTUDO DOS POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS DE LONGA
LATÊNCIA EM CRIANÇAS PRÉ E PÓS-ADAPTAÇÃO DO APARELHO
DE AMPLIFICAÇÃO SONORA INDIVIDUAL**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo para obtenção do título
de Doutor em Ciências

Programa de: Ciências da Reabilitação
Orientadora: Profa. Dra. Carla Gentile Matas

**SÃO PAULO
2016**

JEZIELA CRISTINA RAIMUNDO

**Estudo dos potenciais evocados auditivos de longa latência em
crianças pré e pós-adaptação do aparelho de amplificação
sonora individual**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo para obtenção do título
de Doutor em Ciências

Programa de: Ciências da Reabilitação

Orientadora: Profa. Dra. Carla Gentile Matas

**SÃO PAULO
2016**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Raimundo, Jeziela Cristina

Estudo dos potenciais evocados auditivos de longa latência em crianças pré e pós-adaptação do aparelho de amplificação sonora individual / Jeziela Cristina Raimundo. -- São Paulo, 2016.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Programa de Ciências da Reabilitação.

Orientadora: Carla Gentile Matas.

Descritores: 1.Eletrofisiologia 2.Perda auditiva 3.Auxiliares de audição
4.Criança 5.Plasticidade neuronal 6.Audição

USP/FM/DBD-375/16

DEDICATÓRIA

A minha amada mãe, por quem tenho tanta admiração e gratidão. Seu caráter e coragem ao longo da vida me inspiram! Agradeço a Deus todos os dias por ter você bem pertinho de mim!! Obrigada por tudo!

Ao meu irmão Julian, por estar sempre por perto, meu grande amigo!

À minha irmã Juliana, que, mesmo não estando mais entre nós é meu anjo, que me guarda e protege sempre!

Ao meu marido Márcio Moro, por compreender minhas ausências, pela paciência, por cuidar de mim e da nossa grande FAMÍLIA... por simplesmente me AMAR!

Aos meus filhos, Rodrigo e Marina, meus pequenos amados. Obrigada por estarem aqui. Vocês são minha maior realização nesta vida. Mamãe ama infinito e além!

E por fim, agradeço ao meu Deus todo poderoso, por me conceder a Vida e me proteger de todo mal. Amém!

AGRADECIMENTOS

À minha querida orientadora **Profa. Dra. Carla Gentile Matas**, agradeço pelo carinho e humildade e por dispor do seu precioso tempo para me auxiliar durante todo este período. Pelo aprendizado, pela sua competência profissional, pela amizade e por acreditar que juntas poderíamos chegar ao final. Obrigada pela oportunidade e que venham muitos outros trabalhos!

Às queridas **Profa. Dra. Eliane Schochat e Profa. Dra. Renata Mamede**, obrigada por aceitarem o convite para banca de qualificação e pelas contribuições que enriqueceram este trabalho! Eu sou muito grata á vocês!

À querida **Profa. Dra. Katia de Almeida**, pelas contribuições na banca de qualificação. Obrigada por dividir comigo conhecimentos valiosos e estar sempre por perto. Toda minha admiração por você!

À minha amiga **Profa. Dra. Ana Cláudia Martinho Carvalho**, muito bom ter você por perto. Obrigada pelas valiosas dicas e pelos momentos de conversas muito produtivas. Você é uma amiga muito querida, amiga do coração! Obrigada por tudo!

À **Profa. Dra. Alessandra Samelli** obrigada pela amizade e pela disponibilidade em ajudar sempre. Você é uma querida!

À querida **Fernanda Leite Magliaro**, pela disponibilidade e pela ajuda em muitos momentos durante o trabalho. Admiro sua inteligência e profissionalismo. Obrigada Fê!

À querida **Renata Leite**, obrigada de coração por toda ajuda e apoio. Muita gratidão por você Rê!

À querida **Lili** que tem um coração enorme. Você é admirável, inteligente, cativante. Muito obrigada pela ajuda!

À minha querida amiga **Laureen Lippi**, obrigada por adoçar minhas tardes, pela generosidade e pelo carinho com meus pequenos.

À minha amiga do coração **Mariana Cardoso Guedes**, por fazer parte da minha vida, pelas conversas, incentivo. Obrigada por estar sempre por perto!

À minha **família** onde o amor é a base de tudo. Agradeço pelo incentivo de sempre, pela nossa união, por não me deixarem desistir nunca dos meus objetivos e por não medirem esforços para estarem sempre ao meu lado!

À equipe do **Ambulatório de Saúde Auditiva do HCFMUSP**, obrigada por tudo e por compreenderem minhas ausências.

À médica Otorrinolaringologista **Dra. Ana Adelina**, pela competência e parceria nos nossos atendimentos. Obrigada por tudo!

Aos médicos Otorrinolaringologistas **Prof. Dr. Ricardo Ferreira Bento, Dr. Sérgio Garbi, Dra. Mara Gândara e Dr. Antonio Carlos de Campos**, da Divisão de Clínica de Otorrinolaringologia do HCFMUSP, obrigada por permitirem que este projeto se realizasse.

Às minhas **crianças**, participantes deste estudo, pela colaboração. Serei eternamente grata pela vinda de vocês!

Aos **pais e responsáveis**, pela disponibilidade e pelo compromisso com o trabalho.

Ao **Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional**, obrigada pela oportunidade.

NORMALIZAÇÃO ADOTADA

Esta dissertação ou tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3a ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

SUMÁRIO

LISTAS DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

LISTAS DE SIGLAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE FIGURAS

RESUMO

ABSTRACT

1	INTRODUÇÃO.....	23
2	OBJETIVOS.....	28
	2.1 Objetivo geral	28
	2.2 Objetivos específicos	28
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	31
	3.1 Processo de seleção e adaptação do AASI em crianças.....	31
	3.2 Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL) e Plasticidade Neuronal do Sistema Auditivo	36
4	MÉTODO	47
	4.1 Local da pesquisa.....	47
	4.2 Aspectos éticos da pesquisa.....	47
	4.3 Caracterização da pesquisa.....	48
	4.4 Casuística.....	48
	4.4.1 Grupo Estudo	48
	4.4.2 Grupo controle.....	51
	4.5 Materiais e Equipamentos.....	52
	4.6 Procedimentos.....	53
	4.7 Método estatístico	60
5	RESULTADOS.....	63
	Parte I: Estudo das latências e amplitudes dos PEALL (componentes P1, N1, P2, N2 e P300) com estímulo de fala e estímulo <i>tone burst</i> obtidos no GE (condição com e sem AASI) e GC em M0, M3 e M9 nas orelhas direita e esquerda.	63

Parte II: Comparação das latências e amplitudes dos PEALL (componentes P1, N1, P2, N2 e P300) com estímulo de fala e estímulo tone burst no GE (condição com e sem AASI) e GC, entre M0, M3 e M9.	75
Parte III: Estudo da presença e ausência dos do PEALL (componentes P1, N1, P2 e N2) com estímulo de fala e estímulo tone burst no GE e GC nos três momentos de avaliação (M0, M3 e M9).....	83
Parte IV: Correlação entre o tempo de privação sensorial e as latências e amplitudes dos PEALL (componentes P1, N1, P2, N2 e P300) com estímulo de fala e estímulo tone burst obtidos no GE, no momento M9 nas condições sem e com AASI, nas orelhas direita e esquerda.....	86
Parte V: Correlação entre a frequência de uso do AASI e as latências e amplitudes dos PEALL (componentes P1, N1, P2, N2 e P300) com estímulo de fala e estímulo tone burst obtidos no GE, no momento M9, nas condições sem e com AASI, nas orelhas direita e esquerda.....	91
6 DISCUSSÃO.....	97
7 CONCLUSÃO.....	107
ANEXOS	108
REFERÊNCIAS	114

LISTAS DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

A	Alpha
A	Anos
Cm	Centímetros
Cz	Vértex
dB	Decibel
dBNA	Decibel Nível de Audição
dBNPS	Decibel Nível de Pressão Sonora
DSL	Desired Sensation Level
DSL i/o	Desired Sensation Level Input/Output
DSL m[i/o]	Desired Sensation Level multistage input/output
DP	Desvio padrão
*	Diferença estatisticamente significativa
et al.	e outros
Fpz	Fronte
°	Grau
GC	Grupo controle
GE	Grupo estudo
Hz	Hertz
H	Hora
L	Leve
M2 e M1	Mastóides direita e esquerda
µv	Microvolt
M0	Avaliação inicial
M3	3 meses após avaliação inicial
M9	9 meses após avaliação inicial
Mm	Milímetros
Ms	Milissegundos
M	Moderada
N	Número de sujeitos
kHz	Quilo hertz
kOhms	Quilo ohms

LISTAS DE SIGLAS

AAA	American Academy of Audiology
AASI	Aparelho de Amplificação Sonora Individual
ASHA	American Speech Language Hearing Association
BIAP	Bureau International d'AudioPhonologie
CAPPesq	Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa
HCFMUSP	Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
IC	Implante Coclear
IES	International Electrode System
IPRF	Índice percentual de reconhecimento de fala
ISTS	International Speech Test Signal
LRF	Limiar de reconhecimento de fala
MAE	Meato acústico externo
MS	Ministério da Saúde
NAL NL1	National Acoustics Laboratory Nonlinear Fitting Procedure
OD	Orelha direita
OE	Orelha esquerda
OMS	Organização Mundial da Saúde
PA	Perda Auditiva
PEA	Potencial evocado auditivo
PEAC	Potencial evocado auditivo cortical
PEACH	Parent's Evaluation of Aural/Oral Performance of Children
PEALL	Potenciais evocados auditivos de longa latência
PEATE	Potenciais evocados auditivos de curta latência
PNASA	Política Nacional de Saúde Auditiva
REUR	Real ear unaided response/resposta de ressonância da orelha externa
REAR	Real ear aided response/resposta de amplificação da orelha externa
SNAC	Sistema nervoso auditivo central
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização da amostra do GE relacionada aos aspectos audiológicos dos sujeitos.....	50
Tabela 2 - Total de horas de uso da amplificação no intervalo de 3 meses e 9 meses no GE.	56
Tabela 3 - Comparação das latências (em ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo de fala no GE em M0, M3 e M9, na condição sem AASI, entre as orelhas direita e esquerda.....	63
Tabela 4 - Comparação das amplitudes (em μv) P1-N1, P2-N2 e P300 dos PEALL com estímulo de fala no GE em M0, M3 e M9, na condição sem AASI, entre as orelhas direita e esquerda.	65
Tabela 5 - Comparação das latências (em ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo de fala no GE em M3 e M9, na condição com AASI, entre as orelhas direita e esquerda.....	66
Tabela 6 - Comparação das amplitudes (em μv) P1-N1, P2-N2 e P300 dos PEALL com estímulo de fala no GE em M3 e M9, na condição com AASI, entre as orelhas direita e esquerda.	67
Tabela 7 - Comparação das latências (em ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo tone burst no GE em M0, M3 e M9, na condição sem AASI, entre as orelhas direita e esquerda.....	68
Tabela 8 - Comparação das amplitudes (em μv) P1-N1, P2-N2 e P300 dos PEALL com estímulo tone burst no GE em M0, M3 e M9, na condição sem AASI, entre as orelhas direita e esquerda.	69
Tabela 9 - Comparação das latências (em ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo tone burst no GE em M3 e M9, na condição com AASI, entre as orelhas direita e esquerda.....	70
Tabela 10 - Comparação das amplitudes (em μv) P1-N1, P2-N2 e P300 dos PEALL com estímulo tone burst no GE em M3 e M9, na condição com AASI, entre as orelhas direita e esquerda.	71
Tabela 11 - Comparação das latências (em ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo de fala no GC em M0, M3 e M9, entre as orelhas direita e esquerda.....	72
Tabela 12 - Comparação das amplitudes (em μv) P1-N1, P2-N2 e P300 dos PEALL com estímulo de fala no GC em M0, M3 e M9, entre as orelhas direita e esquerda.	73

Tabela 13 - Comparação das latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo tone burst no GC em M0, M3 e M9, entre as orelhas direita e esquerda.	74
Tabela 14 - Comparação das amplitudes (em μv) P1-N1, P2-N2 e P300 dos PEALL com estímulo tone burst no GC em M0, M3 e M9, entre as orelhas direita e esquerda.	75
Tabela 15 - Comparação das latências (em ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo de fala nos GE e GC, entre os três momentos da avaliação (M0, M3 e M9), nas orelhas direita e esquerda.	76
Tabela 16 - Comparação das amplitudes (em μv) P1-N1, P2-N2 e P300 dos PEALL com estímulo de fala nos GC e GE, entre os três momentos da avaliação (M0, M3 e M9), nas orelhas direita e esquerda.	77
Tabela 17 - Comparação das latências (em ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo de fala no GE, entre M3 e M9, na condição com AASI, nas orelhas direita e esquerda.	78
Tabela 18 - Comparação das amplitudes (em μv) P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo de fala no GE, entre M3 e M9, na condição com AASI, nas orelhas direita e esquerda.	79
Tabela 19 - Comparação das latências (em ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo tone burst nos GE e GC, entre os três momentos da avaliação (M0, M3 e M9), nas orelhas direita e esquerda.	80
Tabela 20 - Comparação das amplitudes (em μv) P1-N1, P2-N2 e P300 dos PEALL com estímulo tone burst nos GC e GE, entre os três momentos da avaliação (M0, M3 e M9), nas orelhas direita e esquerda.	81
Tabela 21 - Comparação das latências (em ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo tone burst no GE, entre M3 e M9, na condição com AASI, nas orelhas direita e esquerda.	82
Tabela 22 - Comparação das amplitudes (em μv) P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo tone burst no GE, entre M3 e M9, na condição com AASI, nas orelhas direita e esquerda.	83
Tabela 23 - Presença e ausência dos componentes do PEALL com estímulo de fala no GE (sem AASI) e GC, nos três momentos da avaliação (M0, M3 e M9).	84
Tabela 24 - Presença e ausência dos componentes do PEALL com estímulo tone burst no GE (sem AASI) e GC, nos três momentos da avaliação (M0, M3 e M9).	84
Tabela 25 - Presença e ausência dos componentes do PEALL com estímulo de fala no GE com AASI nos dois momentos de avaliação (M3 e M9).	85

Tabela 26 - Presença e ausência dos componentes do PEALL com estímulo tone burst no GE com AASI nos dois momentos da avaliação (M3 e M9).	85
Tabela 27 - Correlação entre o tempo de privação sensorial e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo de fala no GE, no momento M9, na condição sem AASI na orelha direita.	86
Tabela 28 - Correlação entre o tempo de privação sensorial e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo de fala no GE, no momento M9, na condição sem AASI na orelha esquerda.	87
Tabela 29 - Correlação entre o tempo de privação sensorial e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo de fala no GE, no momento M9, na condição com AASI na orelha direita.	87
Tabela 30 - Correlação entre o tempo de privação sensorial e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo de fala no GE, no momento M9, na condição com AASI na orelha esquerda.	88
Tabela 31 - Correlação entre o tempo de privação sensorial e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo tone burst no GE, no momento M9, na condição sem AASI na orelha direita.	89
Tabela 32 - Correlação entre o tempo de privação sensorial e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo tone burst no GE, no momento M9, na condição sem AASI na orelha esquerda.	89
Tabela 33 - Correlação entre o tempo de privação sensorial e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo tone burst no GE, no momento M9, na condição com AASI na orelha direita.	90
Tabela 34 - Correlação entre o tempo de privação sensorial e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo tone burst no GE, no momento M9, na condição com AASI na orelha esquerda.	90
Tabela 35 - Correlação entre a frequência de uso do AASI e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo de fala no GE, no momento M9, na condição sem AASI na orelha direita.	91
Tabela 36 - Correlação entre a frequência de uso do AASI e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo de fala no GE, no momento M9, na condição sem AASI na orelha esquerda.	92

Tabela 37 - Correlação entre a frequência de uso do AASI e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo de fala no GE, no momento M9, na condição com AASI na orelha direita.	92
Tabela 38 - Correlação entre a frequência de uso do AASI e as latências absolutas e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo de fala no GE, no momento M9, na condição com AASI na orelha esquerda.....	93
Tabela 39 - Correlação entre a frequência de uso do AASI e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo tone burst no GE, no momento M9, na condição sem AASI na orelha direita.	94
Tabela 40 - Correlação entre a frequência de uso do AASI e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo tone burst no GE, no momento M9, na condição sem AASI na orelha esquerda.	94
Tabela 41 - Correlação entre a frequência de uso do AASI e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo tone burst no GE, no momento M9, na condição com AASI na orelha direita.	95
Tabela 42 - Correlação entre a frequência de uso do AASI e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo tone burst no GE, no momento M9, na condição com AASI na orelha esquerda.	95

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Perda auditiva de acordo com o grau segundo a recomendação de Bureau Internacional d'AudioPhonologie - BIAP 02/1(1997)	49
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma da avaliação realizada no Grupo Estudo nos três momentos da avaliação.	59
Figura 2 - Fluxograma da avaliação realizada no Grupo Controle nos três momentos da avaliação.	60

RESUMO

Raimundo JC. *Estudo dos potenciais evocados auditivos de longa latência em crianças pré e pós-adaptação do aparelho de amplificação sonora individual* [Tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2016.

Introdução: A perda auditiva na infância, mesmo perdas auditivas mínimas, pode dificultar ou atrasar a aquisição de linguagem da criança. Quanto mais tardio for o diagnóstico e o início da intervenção, maiores serão os efeitos da privação sensorial na via auditiva. Em crianças usuárias de aparelho de amplificação sonora individual (AASI), a utilização dos Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL) torna-se uma ferramenta de verificação capaz de mensurar a maturação do sistema nervoso auditivo central (SNAC) ao longo do tempo de uso da amplificação. **Objetivo:** Caracterizar os potenciais evocados auditivos de longa latência (PEALL) em crianças com perda auditiva neurossensorial pré e pós-adaptação do aparelho de amplificação sonora individual (AASI). **Metodologia:** Estudo longitudinal constituído por 32 sujeitos e dividido em dois grupos: grupo estudo e grupo controle. O grupo estudo foi composto por 18 crianças, sendo cinco do gênero feminino e 13 do gênero masculino, com idade entre sete e 12 anos (média de idade: 9 anos e 2 meses), com perda auditiva neurossensorial bilateral simétrica de grau leve a moderado, sem experiência prévia com qualquer tipo de amplificação. Todas as crianças foram adaptadas com AASI bilateral após a primeira avaliação eletrofisiológica para a captação dos PEALL (componentes P1, N1, P2, N2 e P300) com estímulo de fala e estímulo *tone burst*, sendo que esta avaliação se repetiu 3 meses e 9 meses após o uso do AASI. O grupo controle foi composto por 14 crianças, sendo seis do gênero feminino e 8 do gênero masculino, com idade entre sete e 12 anos (média de idade: 9 anos e 8 meses). Todas as crianças deste grupo apresentaram audição normal e a avaliação para obtenção dos PEALL foi realizada respeitando o mesmo intervalo de tempo do grupo estudo: M0 – avaliação inicial; M3 e M9 - avaliação após três e nove meses da avaliação inicial. **Resultados:** Na comparação dos valores de latência e amplitude com o estímulo *tone-burst* no GE (condição

sem AASI), observou-se diferença estatisticamente significativa entre os três momentos de avaliação (M0xM3xM9) para a latência do P1 na orelha esquerda (OE) e latência do P300 na orelha direita (OD), com diminuição da latência ao longo do tempo. Na comparação dos momentos de avaliação dois a dois, para o componente P1 a diferença significativa deu-se entre os momentos M0xM9 (p-valor=0,022), e para o componente P300 entre M0xM3 (p-valor=0,013). Com relação ao estímulo de fala pode-se observar uma diminuição estatisticamente significativa nas latências dos componentes P2 (p-valor=0,010) e N2 (p-valor=0,007) (OE) entre os momentos M3 e M9. Quanto à presença e ausência dos componentes dos PEALL com estímulo de fala, verificou-se ausência dos componentes P1 e N1 no momento M3 assim como para N1, P2 e P300 no momento M9. Com estímulo *tone burst* observou-se ausência de respostas para os componentes N1 e P2, nos diferentes momentos de avaliação. No que diz respeito à correlação entre o tempo de privação sensorial e os componentes do PEALL obtidos com estímulo *tone-burst* na OD (condição com AASI) observou-se correlação estatisticamente significativa entre tempo de privação sensorial e amplitude do P300 (p-valor=0,006), sendo que quanto maior o tempo de privação sensorial, menor a amplitude do P300 ($r=-0,655$). Com relação à correlação entre a frequência de uso do AASI e os componentes dos PEALL observou-se correlação estatisticamente significativa entre frequência de uso do AASI e amplitude P2-N2 (p-valor=0,033) para o estímulo de fala na condição com AASI na OE. **Conclusão:** O PEALL demonstrou ser uma ferramenta clínica viável na avaliação de crianças usuárias de AASI, permitindo monitorar e mensurar a plasticidade neuronal do Sistema Nervoso Auditivo Central após um período de estimulação auditiva.

Descritores: eletrofisiologia; perda auditiva; auxiliares de audição; criança; plasticidade neuronal; audição.

ABSTRACT

Raimundo JC. *Study of long latency auditory evoked potentials in children pre and post-fitting individual hearing aid adaptation* [thesis]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2016.

Introduction: Hearing loss in childhood, even when very small, can hinder or even delay the process of language acquisition. The effects of sensory deprivation in the auditory pathway worsen, as diagnosis and the beginning of intervention are delayed. The use of Long Latency Auditory Evoked Potentials (LLAEP) in children that use individual hearing aids becomes a scanning tool capable of measuring the central auditory nervous system's (CANS) maturation throughout the period of use of the hearing aid. **Purpose:** To characterize the long latency auditory evoked potentials (LLAEP) in children with sensorineural hearing loss before and after fitting of hearing aids. **Methodology:** Longitudinal study composed of 32 subjects and divided into 2 groups: study group and control group. The study group was composed of 18 children, of these 5 were female and 13 were male, with ages between 7 and 12 years (age average: 9 years and 2 months), with mild to moderate bilateral symmetrical sensorineural hearing loss, with no previous experience using any kind of hearing aid. All of the children were fitted with bilateral hearing aids after the first electrophysiological assessment in order to record the LLAEP (components P1, N1, P2, N2 and P300), with speech and *tone-burst* stimuli; this assessment was repeated 3 and 9 months after the fitting of the hearing aids. The control group was composed of 14 children, of these 6 were female and 8 were male, with ages between 7 and 12 years (age average 9 years and 8 months). All of the children in this group showed normal hearing and the assessments to record the LLAEP were carried out in the same intervals of time as the study group: A0 – initial assessment; A3 and A9 – assessments 3 and 9 months after the initial assessment. **Results:** When comparing the latency and amplitude results with the *tone-burst* stimulus in the study group (SG) (without hearing aids), a statistically significant difference between the 3 assessments (A0xA3xA9) was observed for the P1 latency in the left ear (LE) and the P300 latency in the right

ear (RE), with a decrease in latency with the passing of time. When comparing the assessments two by two, for the P1 component, the significant difference was recorded between A0xA9 (p-value=0,022), and for the P300 component, the significant difference was recorded between A0xA3 (p-value=0,013). Regarding the speech stimulus, a statistically significant decrease can be observed in the latency of the components P2 (p-value=0,010) and N2 (p-value=0,007) (LE) between A3 and A9. As for the presence and absence of the LLAEP components with the speech stimulus, an absence of the components P1 and N1 at A3 was observed, as well as for N1, P2 and P300 at A9. An absence of response was observed with the *tone-burst* stimulus for the N1 and P2 components, at the different times of assessment. As for the correlation between the period of sensory deprivation and the LLAEP components obtained from the *tone-burst* stimulus in the RE (with hearing aids), a statistically significant correlation was observed between the period of sensory deprivation and the amplitude of the P300 (p-value=0,006) – where there was a higher sensory deprivation time, the amplitude of the P300 was lower ($r=-0,655$). As for the correlation between the frequency of the use of hearing aids and the components of the LLAEP, a statistically significant relationship was observed between the frequency of use of hearing aids and the P2-N2 amplitude (p-value=0,033) for the speech stimulus when using hearing aids in the LE.

Conclusion: The LLAEP proved to be a viable clinical tool in the assessment of children using hearing aids, allowing for the monitoring and measuring of the neural plasticity of the Central Auditory Nervous System after a period of hearing stimulation.

Descriptors: electrophysiology; hearing loss; hearing aid; child; neuronal plasticity; hearing.

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A população infantil tem merecido especial atenção no campo da saúde auditiva nos últimos anos.

A perda auditiva na infância, mesmo perdas auditivas mínimas, pode dificultar ou atrasar a aquisição de linguagem da criança, resultando no retardo das habilidades comunicativas e cognitivas, além do impacto na integração social, emocional e acadêmica.

Há um consenso entre os profissionais da área e os achados clínicos comprovam que crianças com deficiência auditiva que recebem intervenção nos primeiros anos de vida apresentam um desenvolvimento de audição e de linguagem superior às crianças que iniciam este processo em idade avançada, sendo este um período importante para a atividade maturacional do sistema nervoso auditivo central (SNAC) (Yoshinaga-Itano, 2003; Theunissen e Swanepoel, 2008).

Para Stelmachowicz et al. (1998), a ausência de estimulação auditiva adequada nos primeiros anos de vida pode impedir o total desenvolvimento e amadurecimento das vias auditivas centrais, interferindo no processo de aquisição de fala e linguagem.

Alguns estudos revelam que a redução da informação auditiva no cérebro, vinda da orelha deficiente, provoca mudanças funcionais importantes no SNAC, sendo que estas mudanças contribuem com as alterações perceptuais que estão associadas à perda auditiva e afirmam ainda que, quando o estímulo volta a ser introduzido pela via auditiva por meio de um sistema de amplificação dos sons, as mudanças que ocorrem a partir desta estimulação estão diretamente relacionadas a plasticidade neuronal (Willott, 1996; Grafman, 2000).

As pesquisas baseadas em evidências mostram que o diagnóstico audiológico e a intervenção precoce favorecem o desenvolvimento, no entanto, o que ainda observamos é que o intervalo entre a suspeita da deficiência auditiva, o diagnóstico audiológico e a intervenção permanecem muito longos.

Um estudo realizado por Nóbrega et al. (2005) relacionado aos aspectos diagnósticos e etiológicos da deficiência auditiva em crianças e adolescentes, demonstrou que a confirmação da perda auditiva até dois anos de idade ocorre em apenas 13% dos casos, apesar de 56% das famílias suspeitarem da surdez nesta fase do desenvolvimento.

A deficiência auditiva representa 60% dos distúrbios de comunicação da população mundial. Dos indivíduos com idade inferior a 15 anos, aproximadamente 62 milhões apresentam perda auditiva permanente e dois terços destes indivíduos se encontram em países subdesenvolvidos (*American Speech-Language-Hearing-Association - ASHA*, 1989; Smith, 2003; Olusanya et al., 2005).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), 90% da população infantil com perda auditiva acima de 40dB pode apresentar dificuldades nas habilidades auditivas e de linguagem. O que se sabe é que grande parte destas crianças residem em países em desenvolvimento com menor acesso ao diagnóstico e a intervenção precoces, sendo que a idade de identificação da perda auditiva pode variar entre 2 e 7 anos de idade (Olusanya e Newton, 2007; Swanepoel et al., 2008).

No Brasil, o Ministério da Saúde instituiu a Política Nacional de Saúde Auditiva (PNASA), pela Portaria MS/GM nº 2.073, em 28 de setembro de 2004 e segundo a PNASa, indivíduos que apresentam perda auditiva de qualquer tipo e grau devem receber atendimento integral, garantido pela rede de ações de atenção à saúde auditiva. Estas ações apresentam caráter importante no que diz respeito à população infantil, pois favorece a intervenção nos primeiros anos de vida da criança com deficiência auditiva, contribuindo para um melhor prognóstico no que se refere ao desenvolvimento da linguagem oral.

Neste sentido, quando falamos em crianças com perda auditiva e usuárias de dispositivos eletrônicos como o Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI) e o Implante Coclear (IC), um dos grandes desafios para a produção de conhecimento na área da Audiologia é buscar evidências científicas com relação aos benefícios da amplificação, uma vez que a privação, regeneração e aclimatização do sistema auditivo envolvem a questão

da plasticidade neuronal.

Assim, o processo de seleção e adaptação do dispositivo de amplificação (AASI) requer a utilização de um protocolo ideal para a população infantil com o intuito de propiciar a estimulação adequada da via auditiva. De acordo com a *American Academy of Audiology* (AAA, 2013) e o *Pediatric Working Group* (1996), a verificação e a validação da amplificação devem ser realizadas como prioridade para garantir a adequada adaptação do AASI.

Um aspecto importante a ser avaliado após a estimulação auditiva por meio da amplificação (AASI) é a plasticidade neuronal.

Purdy et al. (2001) sugerem a realização dos testes eletrofisiológicos auditivos, também denominados potenciais evocados auditivos (PEA), que consistem no registro da atividade neuroelétrica que ocorre no sistema auditivo, desde a orelha interna até o córtex cerebral, obtida a partir de uma estimulação acústica.

Dentre os potenciais estudados, o potencial evocado auditivo de longa latência (PEALL), também chamado de potencial evocado auditivo cortical (PEAC), é bastante promissor e tem sido recomendado para avaliar a maturação do sistema nervoso auditivo central em crianças e adultos usuários de dispositivos eletrônicos (AASI e IC). Os componentes P1, N1, P2 e N2 que compõem os PEALL permitem medir de maneira objetiva o nível de plasticidade da via auditiva central em crianças usuárias de dispositivos eletrônicos. A análise da morfologia e dos valores de latência das ondas, em vários estudos, demonstra ser um importante marcador do desenvolvimento da via auditiva central após estimulação (Sharma et al., 2005; Souza e Tremblay, 2006; Dorman et al., 2007; Gilley et al., 2007).

O potencial cognitivo P300 vem sendo referência em alguns estudos e tem como objetivo avaliar a função auditiva em diferentes situações. Em usuários de dispositivos eletrônicos pode ser muito eficaz no sentido de verificar como estes indivíduos estão processando o sinal acústico, visto que a maioria dos testes descritos na literatura é subjetiva (Billings et al., 2007).

Partindo deste pressuposto, ressalta-se a necessidade de evidências científicas relacionadas ao benefício da amplificação em crianças usuárias de AASI após um determinado período de estimulação ao longo do processo de reabilitação. A avaliação dos PEALL é capaz de viabilizar informações valiosas sobre a maturação da via auditiva e sua reorganização após o período de estimulação.

Sendo assim, consideramos que crianças com diagnóstico audiológico e intervenção tardia, fazem parte de um grupo que pode apresentar alteração nas habilidades auditivas e cognitivas provocadas pela privação sensorial, tendo como consequência o atraso maturacional do SNAC. A hipótese desta pesquisa é que no grupo de crianças com perda auditiva aqui estudada, após período de estimulação através do uso do AASI, possamos verificar a ocorrência de plasticidade neuronal da via auditiva ao longo do tempo de uso da amplificação.

OBJETIVOS

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo deste estudo foi caracterizar os Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL), em crianças com perda auditiva neurossensorial pré e pós-adaptação do Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI).

2.2 Objetivos específicos

- Comparar os resultados dos PEALL (componentes P1, N1, P2, N2 e P300) obtidos nas crianças com perda auditiva neurossensorial (grupo estudo - GE) antes (M0), três (M3) e nove (M9) meses após a adaptação do AASI, nas orelhas direita e esquerda;
- Comparar os resultados dos PEALL (componentes P1, N1, P2, N2 e P300) obtidos nas crianças com audição normal (grupo controle - GC) nos três momentos de avaliação como sugerido no GE, nas orelhas direita e esquerda;
- Comparar os resultados dos PEALL (componentes P1, N1, P2, N2 e P300) no GE sem AASI e GC entre os três momentos da avaliação (M0, M3 e M9);
- Comparar os resultados dos PEALL (componentes P1, N1, P2, N2 e P300) no GE com AASI entre os dois momentos da avaliação (M3 e M9);
- Verificar a presença e ausência dos componentes do PEALL no GE sem AASI e GC nos três momentos da avaliação (M0, M3 e M9);
- Verificar a presença e ausência dos componentes do PEALL no GE com AASI nos momentos M3 e M9 da avaliação;

- Correlacionar os resultados obtidos nos PEALL (componentes P1, N1, P2, N2 e P300) com o tempo de privação sensorial nas crianças do GE após nove meses (M9) da adaptação do AASI;
- Correlacionar os resultados obtidos nos PEALL (componentes P1, N1, P2, N2 e P300) com a frequência de uso diário da amplificação no GE após nove meses (M9) da adaptação do AASI.

REVISÃO DE LITERATURA

3 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo serão abordados temas relevantes encontrados na literatura e que estão relacionados com o propósito deste estudo. Porém, evidências relacionadas à utilização do PEALL em crianças com deficiência auditiva usuárias de AASI, com o objetivo de avaliar a via auditiva central após estimulação acústica, ainda são pouco encontradas.

Diante disso, os assuntos destacados nesta revisão serão:

- Processo de seleção e adaptação do AASI em crianças;
- Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL) e Plasticidade Neuronal do Sistema Auditivo.

Para facilitar a compreensão, em cada item os trabalhos serão apresentados de acordo com sua relevância e seguindo o desencadeamento de ideias e não necessariamente respeitando a ordem cronológica.

3.1 Processo de seleção e adaptação do AASI em crianças

A audição é um pré-requisito para a aquisição e o desenvolvimento de fala e linguagem. A integridade auditiva é decisiva nos primeiros anos de vida da criança e fazer uso da audição significa ter contato direto com diversos sons e várias possibilidades de interagir por meio da linguagem oral.

Portanto, se a criança apresentar uma perda auditiva de qualquer tipo ou grau o desenvolvimento de fala e linguagem ficará comprometido e o impacto será ainda maior se a intervenção ocorrer após os dois anos de idade, período este essencial para o desenvolvimento das habilidades auditivas e cognitivas.

Segundo Boechat (2002) se o estímulo sensorial não ocorre ou chega na via auditiva de maneira alterada o desenvolvimento das estruturas morfológicas e da funcionalidade neuronal serão prejudicadas. Sendo assim, a audibilidade é essencial para a formação e maturação dos neurônios do tronco encefálico no início de nossas vidas e fundamental para a estruturação dos arquivos auditivos ao longo do tempo.

Estudos realizados na área da Audiologia Infantil reafirmam a importância do diagnóstico e da reabilitação precoce a fim de minimizar os efeitos causados pela deficiência auditiva devido a maturação do sistema nervoso auditivo central que ocorre durante o primeiro ano de vida. Yoshinaga-Itano et al. (1995) sugere que crianças com perda auditiva diagnosticada antes dos seis meses de idade e inseridas dentro de um processo de intervenção adequado podem apresentar um desenvolvimento de linguagem dentro dos padrões de normalidade

Diante do exposto, vale ressaltar que quanto mais tarde se inicia o processo de intervenção, maiores serão os efeitos causados pela privação sensorial na via auditiva periférica e central, já que grande parte das informações que a criança recebe é auditiva.

Pinto et al. (2012) realizaram um estudo com o objetivo de caracterizar a idade no diagnóstico e no início da intervenção da perda auditiva de crianças com idade máxima até 12 anos, atendidas em um serviço de saúde auditiva brasileiro. Os dados foram coletados com base nas informações de 166 prontuários. Os resultados mostraram que a idade média no diagnóstico foi de 5,46 anos e na intervenção de 6,86 anos das crianças atendidas no serviço.

Outros estudos sugerem que quanto menor a perda auditiva, maior o intervalo entre a suspeita do diagnóstico e a intervenção. Nos casos de perdas auditivas mínimas o intervalo pode variar entre os 5 e 6 anos de idade (Mauk et al., 1993; Weber e Diefendorf, 2001).

Após o diagnóstico da perda auditiva é recomendado a adaptação de dispositivos eletrônicos (AASI/IC) para restaurar a audibilidade e garantir o acesso aos sons da fala, seguido da terapia fonoaudiológica.

A seguir vamos descrever o processo de seleção e adaptação do AASI em crianças e a importância da escolha do protocolo ideal para esta população.

Segundo Kuk e Marcoux (2002), a escolha do protocolo que será utilizado na seleção e adaptação do AASI em crianças tem influência direta com o sucesso na adaptação. Os autores reforçam que o fonoaudiólogo deve levar em conta dois objetivos fundamentais nesta etapa: garantir audibilidade consistente para os sinais de fala e não permitir que os sons de forte intensidade sejam desconfortáveis.

Diante disso, devemos considerar que a prescrição de ganho, saída máxima e a escolha dos parâmetros eletroacústicos do AASI para a população infantil são determinantes em todo o processo e os desafios são constantes, já que as necessidades linguísticas e psicoacústicas das crianças são diferentes daquelas esperadas para os adultos (Beauchaine e Donaght, 1996; Almeida e Momensohn-Santos, 2003).

Após o processo de prescrição do AASI, deve-se realizar a verificação dos parâmetros eletroacústicos do dispositivo, que, segundo os protocolos da *American Academy of Audiology* (AAA, 2013), *American Speech-Language-Hearing-Association* (ASHA, 1998) e do *Pediatric Working Group* (1996), deve ser realizada de maneira objetiva e não com base em avaliações comportamentais, pois existem muitas variações nos testes que podem comprometer todo o processo. As medidas com microfone sonda permitem verificar se o ganho alvo foi atingido para diferentes entradas de som (50dB, 65dB, 75dB), assim como a saída máxima do aparelho.

Outro aspecto avaliado é voltado para o benefício e limitações da amplificação. Ainda de acordo com a *American Academy of Audiology* (AAA, 2013) e o *Pediatric Working Group* (1996), devem ser utilizados instrumentos que possibilitem avaliar o desempenho da amplificação na vida real, como questionários e testes de percepção auditiva para os sons da fala.

Um dos parâmetros que se tornou um critério importante no processo de adaptação do AASI nesta população, foi a escolha do método de prescrição que deve levar em consideração as características acústicas da fala. De acordo com Seewald et al. (1999), a amplificação para o espectro de fala em crianças não pode ser prescrita como para um adulto, pois a experiência linguística da criança e suas necessidades são diferentes.

A *American Academy of Audiology* (AAA, 2013) recomenda a utilização de métodos prescritivos validados e que levam em consideração as necessidades individuais de cada criança. Os métodos prescritivos baseados em evidência, como o DSL [i/o] v.4.1 (Desired Sensation Level input/output), DSL m[i/o] v.5.0 (Desired Sensation Level multistage input/output) e o método NAL NL1 e NAL NL2 (National Acoustics Laboratories Non linear Methods) devem ser utilizados no processo de seleção e adaptação de AASI na população infantil.

Já os métodos proprietários desenvolvidos pelos fabricantes de AASI são exclusivos para programação dos seus aparelhos auditivos e as experiências são baseadas na população adulta. Além disso, observa-se uma grande variação no cálculo do ganho e saída máxima deste tipo de regra para um mesmo audiograma (Seewald et al., 2008). Os autores sugeriram ainda que o fonoaudiólogo responsável pela seleção e adaptação de AASI na população infantil não deve negligenciar a verificação da amplificação e partir diretamente para o ajuste sugerido pelo software do fabricante. A variabilidade de amplificação principalmente em frequências altas é de 21 dB quando comparado aos valores prescritos pelo método validado, causando impacto direto na audibilidade de fala.

Alguns autores sugeriram o uso do método prescritivo DSL [i/o] em crianças por considerar as características individuais de cada orelha e favorecer a amplificação do espectro de fala (Eisenberg, 2001; Slinger, 2003).

Em um estudo realizado com 18 crianças usuárias de AASI que tinham acesso ao controle de volume dos seus aparelhos, Scollie et al. (2000) compararam o método prescritivo DSL [i/o] v.4.1 e NAL-NL1, com o intuito de verificar qual desses métodos mais se aproximava do ganho desejado pelas

crianças em situações de escuta específica. Os autores concluíram que o ganho desejado pelas crianças estava mais próximo ao prescrito pelo método DSL [i/o] v.4.1 do que o ganho prescrito pela NAL NL1 nas situações de escuta avaliadas.

Um estudo duplo cego foi realizado por Ching et al. (2010) para avaliar a eficácia do método prescritivo NAL NL1 e DSL [i/o] v.4.1 em 48 crianças usuárias de AASI, cujo grau da perda auditiva variou de leve a moderadamente severo. Na avaliação foi realizado teste de percepção de fala, classificação da intensidade de loudness, relatos dos pais e professores sobre o comportamento das crianças na vida real com relação à amplificação que estavam utilizando e relatos da própria criança. Também foram realizadas as medidas com microfone sonda que revelaram diferenças de ganho para cada regra prescrita. O estudo comprovou que tanto a regra NAL NL1 quanto a DSL [i/o] v.4.1 são adequadas para utilização em crianças, porém observou-se uma preferência pela NAL NL1 em crianças com perda auditiva de grau leve. Os autores ressaltam que as necessidades individuais de cada criança na vida real devem ser consideradas durante todo processo de adaptação do AASI.

Rissato e Novaes (2009) realizaram um estudo com 10 crianças entre 03 e 12 anos de idade e comparou as características eletroacústicas (ganho e saída máxima) dos AASI em uso pelas crianças com as características eletroacústicas prescritas pelo software DSL [i/o] v.4.1, assim como o desempenho das crianças em tarefas de percepção de fala nas diferentes regulagens do dispositivo. A autora concluiu que em 50% dos casos à amplificação inicial para os sons da fala não correspondia ao alvo ideal prescrito pelo DSL [i/o] v.4.1, ou seja, estava ocorrendo uma sub amplificação com valores de ganho e saída abaixo do desejável. Em 70% das orelhas foi possível adequar à amplificação de acordo com o alvo prescrito pelo DSL [i/o] v.4.1. Ficou evidente a evolução das crianças no desempenho em tarefas de percepção de fala quando comparado o antes e o depois da prescrição sugerida pelo software.

Diante do exposto, devemos levar em consideração que a amplificação deve estar adequada para fornecer audibilidade suficiente e consistente para os sons da fala em crianças usuárias de AASI e a escolha do protocolo terá influência direta na performance e desempenho da amplificação.

3.2 Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL) e Plasticidade Neuronal do Sistema Auditivo

Os PEA podem ser definidos como respostas elétricas obtidas a partir da estimulação acústica, sendo captadas no indivíduo por meio de eletrodos fixados na superfície do couro cabeludo, mastóides e lóbulos das orelhas (Picton et al., 1974; Matas et al., 1998).

Segundo Hood (1995), os PEA avaliam a sincronia neural e um grande número de neurônios é disparado ao mesmo tempo para que seja possível avaliar a habilidade do sistema nervoso central em responder a estimulação acústica de maneira sincrônica. A utilização destes potenciais possibilita verificar a integridade do SNAC por meio dos registros de respostas neurais em resposta a estímulos acústicos.

Ainda segundo Kraus et al. (1999), a utilização dos PEA permite determinar o limiar de detecção do sinal e inferir sobre a integridade funcional e estrutural dos componentes neurais das vias auditivas.

Os PEA são classificados de acordo com sua latência, ou seja, potenciais de curta latência que ocorrem nos primeiros 10 a 12 milissegundos (ms), potenciais de média latência que ocorrem entre 12 e 50 ms e potenciais de longa latência que ocorrem entre 50 e 600 ms após apresentação do estímulo acústico (Hall, 2007).

Os Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL), também chamados de Potenciais Evocados Auditivos Corticais (PEAC), podem ser afetados pelo sono, sedação e atenção ao estímulo acústico. O componente N2 e o Potencial cognitivo P300 são considerados PEALL endógenos, não tendo sítios gerados bem definidos, porém estudos indicam

que o componente N2 parece ser originado no córtex auditivo supratemporal enquanto que os gerados do P300 incluem o córtex frontal, córtex centro-parietal e hipocampo (McPherson, 1996).

De acordo com Kraus e McGee (1999), o P300 aparece em torno de 300 ms e necessita de atenção, discriminação auditiva e de memória para a sua geração, sendo alterado por uma variedade de distúrbios que afetam a cognição. Os autores relataram que os potenciais de longa latência independem de outros potenciais e, também, mostra-se importante na avaliação das funções cognitivas. Os PEALL geralmente são eliciados por um estímulo que se repete ou por um paradigma raro, no qual um estímulo diferente ou que ocorre raramente é apresentado dentro de uma série de estímulos frequentes.

Os PEALL exógenos mais comumente observados são o complexo P1, N1 e P2. A onda P1 é caracterizada por um pequeno pico positivo com latência em torno de 50 ms após a apresentação do estímulo acústico, em seguida um pico negativo N1 por volta de 100 ms e um segundo pico positivo P2 em aproximadamente 200 ms após a estimulação. Este potencial pode ser captado em sujeitos acordados, pode-se utilizar uma variedade de estímulos acústicos para sua geração e podem ser apresentados tanto por meio de fones como em campo livre (Hall, 2007; Golding et al, 2009).

Segundo Martin et al. (2007), os componentes P1-N1-P2 fornecem informações sobre a chegada do estímulo sonoro no córtex auditivo, sendo assim quando existe a presença destes componentes podemos dizer que o estímulo foi detectado no córtex auditivo. Vale ressaltar que este complexo não fornece informação quanto à discriminação sonora, uma vez que as mudanças no estímulo sonoro (estímulo raro) devem ser detectadas antes de serem discriminadas.

Apesar de haver controvérsias com relação aos sítios geradores destes componentes, na literatura são apontadas principalmente, as áreas do córtex auditivo primário (lobo temporal superior), córtex auditivo secundário e sistema límbico (McPherson, 1996; Musiek e Lee, 2001).

Com relação à maturação, as mudanças nas respostas dos potenciais de longa latência não envolvem um único parâmetro, como alteração gradual da latência ou amplitude em função de idade. Outros potenciais relacionados a eventos provocados passivamente desenvolvem-se em diferentes velocidades. Os componentes P1, N1, P2 e P300 parecem se desenvolver além dos dez anos de idade e a morfologia da onda P1 aos cinco e seis anos de idade é muito diferente da encontrada em adultos. A resposta da latência do componente P1 diminui sistematicamente com o aumento da idade e tem sido utilizada para avaliar a plasticidade do Sistema Auditivo Central, tanto em crianças com audição normal quanto em crianças com perda auditiva usuárias de AASI e IC (Kraus e McGee, 1999; Sharma et al., 2005 e 2006).

Goodin et al. (1978) realizaram um estudo para verificar a influência da idade na latência do P300 em indivíduos ouvintes com idade de 6 a 76 anos. Os autores observaram um aumento na latência do P300 de 1,8 ms por ano em indivíduos com idade a partir dos 15 anos e na faixa etária de 6 a 15 anos de idade foi observado diminuição na latência do potencial de 18,4 ms por ano.

Um estudo realizado por Duarte et al. (2004) analisou a aplicabilidade do potencial cognitivo P300 em campo livre levando em consideração que este tipo de avaliação é importante para indivíduos usuários de dispositivos eletrônicos (AASI/IC). Foram avaliados 33 indivíduos com audição normal de ambos os gêneros, com idade entre 7 e 34 anos. O potencial cognitivo foi captado por meio do fone de inserção (3A) e em campo livre (0° e 45° Azimute). Os resultados apresentados não mostraram diferença estatisticamente significativa para a latência do N2 e P300 e amplitude do P300 captados com fone de inserção ou em campo livre, assim como não houve diferença ao comparar as medidas em campo livre a 0° e 45° Azimute. Os autores concluíram que este procedimento é viável e pode contribuir na avaliação de sujeitos com perda auditiva, usuários de dispositivos eletrônicos, assim como no processo de reabilitação.

Dentre as aplicações clínicas dos PEALL tem-se o monitoramento terapêutico que possibilita a avaliação da plasticidade neuronal do sistema auditivo.

A plasticidade é um termo utilizado para descrever uma variedade de alterações fisiológicas no sistema nervoso central em resposta a experiências sensoriais, ou seja, a partir das experiências do indivíduo o cérebro se modifica e se organiza. Como outros sistemas sensoriais, o sistema auditivo é altamente organizado. A ocorrência de uma perda auditiva não só resulta em danos às células ciliadas externas e internas, mas também em mudanças nos mapas de frequência em todo SNAC (Tremblay, 2003).

A plasticidade auditiva está diretamente relacionada à capacidade da ocorrência de mudanças anatômicas e/ou funcionais no sistema auditivo. O sistema auditivo é responsável pela transmissão das informações que recebe e frequentemente é requisitado em situações de comunicação (Pascual - Leone et al., 2005).

Segundo Purdy et al. (2001), as evidências de estudos com animais que mostraram a plasticidade da função auditiva, levou os pesquisadores a investigarem se tais alterações plásticas ocorriam em adultos e crianças com perda auditiva após estimulação. Medidas comportamentais, como testes de percepção de fala, mostraram melhoras após adaptação do AASI e IC. Vários estudos na literatura atual indicam também alterações nos PEAC após o uso do IC e treinamento auditivo. Estes estudos comprovam que estas mudanças estão associadas à maturação do SNAC, particularmente a nível cortical, após um período de estimulação.

Ponton e Eggermont (2001), com o intuito de avaliar por meio dos PEALL a maturação do SNAC, realizaram um estudo longitudinal com sujeitos com audição normal e deficientes auditivos usuários de IC com idade entre 5 e 20 anos de idade. Nos indivíduos com deficiência auditiva, a média de idade do diagnóstico foi de 1,2 anos e a média do tempo de surdez foi de 3,6 anos. Os autores observaram, após a análise dos testes eletrofisiológicos, uma imaturidade cortical nos indivíduos usuários de IC mesmo após um longo período de estimulação auditiva quando comparado com os indivíduos com

audição normal. Na avaliação do traçado, o componente P1 apresentou latência prolongada e morfologia anormal sugerindo uma maturação tardia quase equivalente ao período de surdez. Os autores sugerem, ainda, que com o tempo, os potenciais auditivos corticais podem apresentar morfologia característica encontrada em adolescentes mais velhos e adultos com audição normal. Análises recentes de dados longitudinais e transversais indicam que mesmo depois de muitos anos de uso do implante, o PEA de usuários de IC no final da adolescência continua sendo diferente quando comparados com seus pares com audição normal. A latência e amplitude da onda P1 permanecem prolongadas e maiores em usuários de IC do que indivíduos na mesma idade. Tais dados corroboram os achados de Ponton et al. (1996), que observaram um atraso de maturação na latência do componente P1 relacionado ao tempo de privação auditiva em crianças usuárias de IC quando comparado com o grupo com audição normal.

Koravant et al. (2012) realizaram um estudo para examinar os padrões da atividade neurofisiológica do SNAC em crianças com perda auditiva com idade entre nove e 10 anos. Os autores observaram alteração dos componentes dos PEALL com relação as latências e amplitudes, tal como aumento do P1, menor definição nos picos dos componentes N1 e P2 e uma redução na amplitude e latência do N2 em crianças com perda auditiva quando comparado ao grupo controle de crianças com audição normal. Todas as crianças passaram por um período de privação sensorial, sendo que a identificação da perda auditiva ocorreu entre vinte meses e 5 anos de idade. Provavelmente, durante este período, ocorreu um atraso na maturação do SNAC que comprometeu a plasticidade neuronal, sugerindo que a redução do estímulo na via auditiva pode afetar o padrão dos PEAC em crianças com perda auditiva moderada a moderadamente severa. Os autores relataram ainda que o uso da amplificação pode contribuir para acelerar o processo maturacional, mas talvez não seja suficiente para reduzir os efeitos da privação sensorial na via auditiva.

De acordo com Kral e Sharma (2012) o desenvolvimento cortical depende da condução do estímulo sensorial na via auditiva. Por meio desta estimulação ocorrem modificações morfológicas e funcionais como o aumento de neurônios que são capazes de responder aos estímulos sonoros, aumento da mielinização neuronal e melhora das conexões sinápticas. Segundo os autores, a ausência de estímulos sensoriais na via auditiva pode afetar as conectividades necessárias para formação de um sistema sensorial funcional acarretando em um atraso maturacional.

Groenen et al. (2001) realizaram um estudo com um grupo de nove jovens adultos usuários de IC pós-lingual com o intuito de verificar a latência e amplitude dos componentes N1, P2 e P300 utilizando estímulos *tone burst* e de fala (500Hz e 1000 Hz, / ba / - / da /, / ba / - / pa / e / i / - / a /). Os autores observaram um aumento nas latências dos componentes N1, P2 e P300 no grupo de jovens usuários de IC em comparação com o grupo controle com audição normal, assim como uma diminuição na amplitude do componente N1 para todos os estímulos de fala e diminuição na amplitude do P2 para as consoantes nos usuários de IC em comparação com o grupo controle. Os resultados do P300 em usuários de IC foram comparados com resultados comportamentais no teste de reconhecimento de fala, sugerindo que o P300 é útil e têm valor adicional às avaliações de reconhecimento de fala em usuários de IC.

Sharma et al. (2005) avaliaram três crianças adaptadas com AASI e/ou IC com o objetivo de analisar a viabilidade clínica da utilização da latência da onda P1 do PEALL como uma ferramenta para avaliar se a amplificação fornecida pelos dispositivos eletrônicos adaptados estava sendo de fato efetiva para o desenvolvimento normal das vias auditivas centrais. Na avaliação, os autores observaram uma redução significativa da latência do componente P1 frente à estimulação auditiva, ressaltando que este potencial fornece informações importantes e de maneira objetiva sobre a maturação das vias auditivas centrais em crianças com deficiência auditiva e usuárias de AASI e/ou IC.

Fonseca (2006) comparou os valores de latência e amplitude do potencial cognitivo P300 em indivíduos de ambos os gêneros, com faixa etária entre quinze e 60 anos de idade, com perda auditiva adquirida neurossensorial unilateral de grau leve a moderadamente severo, antes e após seis meses da adaptação do AASI em três situações: comparação entre as orelhas com perda auditiva, apenas entre as orelhas sem perda auditiva e ambas as orelhas juntas. O estudo concluiu que a amplitude do P300 aumentou após seis meses de uso do AASI e que a latência diminuiu nos indivíduos com perda auditiva na orelha esquerda em relação aos indivíduos com perda auditiva na orelha direita. Não foi observado diferença na amplitude ou latência do P300 entre os gêneros masculino e feminino.

Golding et al. (2007) realizaram um estudo com 28 crianças adaptadas com AASI e avaliaram a relação entre a ausência e presença dos PEAC utilizando o estímulo de fala com os resultados do questionário *Parent's Evaluation of Aural/Oral Performance of Children* (PEACH). Não participaram desta amostra as crianças que não fizeram uso consistente da amplificação. Os resultados sugeriram uma relação significativa entre a presença dos potenciais evocados auditivos corticais e as respostas funcionais no uso do AASI, sendo que esta relação não foi observada quando comparada com os resultados do PEATE/Eletrococleografia. Os autores concluíram que os PEACs podem ser utilizados como ferramenta para fornecer evidências da detecção de fala a nível cortical em crianças usuárias de AASI.

Glista et al. (2012) investigaram os efeitos da tecnologia do AASI no PEAC. Foram avaliadas 15 crianças com audição normal e cinco com deficiência auditiva. As crianças com audição normal foram avaliadas sem AASI enquanto que as crianças com deficiência auditiva foram avaliadas utilizando o AASI. Os PEAC foram obtidos com estímulos sonoros apresentados em um nível acima do limiar. Para determinação de presença e ausência dos potenciais, os traçados foram analisados por dois avaliadores independentes. Foram observadas presença de ondas na maioria das crianças com audição normal e em todas as crianças com deficiência auditiva, quando os estímulos foram apresentados em um nível audível. Verificou-se que as

crianças ouvintes mais jovens apresentaram uma morfologia diferente do traçado, em comparação com as crianças mais velhas, sendo que o componente N2 foi o que apresentou maior diferença na morfologia. Para os autores, os resultados sugerem que em algumas crianças usuárias de AASI o algoritmo de compressão de frequência melhorou a audibilidade de frequências específicas, levando ao aumento de respostas dos componentes do PEAC em crianças com deficiência auditiva. Os autores relataram ainda que estes resultados fornecem suporte para o uso destes potenciais na medida do benefício do AASI e que mais pesquisas com um grupo maior de crianças com deficiência auditiva são necessárias para validar os resultados, além da utilização do estímulo de fala.

Um estudo realizado por Mirahan e Nithreen (2012) teve como objetivo verificar a utilização do PEAC (P1) na avaliação dos benefícios da amplificação e reabilitação auditiva de crianças com deficiência auditiva. A amostra foi composta por 31 crianças, sendo 18 crianças com deficiência auditiva, na faixa etária de quatro a 14 anos de idade que fizeram parte do grupo estudo e foram classificados em dois subgrupos de acordo com a adequação da reabilitação auricular. O grupo controle foi composto por 13 crianças com audição normal na faixa etária entre cinco a 13 anos de idade. Todas as crianças foram submetidas à anamnese, avaliação audiológica básica, quociente de inteligência e avaliação de linguagem. Para a captação do PEAC (P1) foi utilizado o estímulo de fala (sílabas / da /) apresentado de forma binaural por meio de um alto-falante. Os autores observaram que a onda P1 foi registrada em todas as crianças, porém as latências foram significativamente maiores em crianças com deficiência auditiva inseridas em um processo de reabilitação inadequado quando comparadas com as crianças com deficiência auditiva com reabilitação adequada e crianças com audição normal. O estudo mostrou que a utilização dos PEAC pode ser uma ferramenta clínica importante para monitorar os resultados da reabilitação auditiva e para orientar as escolhas no processo de intervenção.

Silva et al. (2014) analisaram a ocorrência de modificações nos valores de latência do PEAC em um grupo de cinco crianças de ambos os gêneros, com faixa etária de 2 anos e três meses, que fizeram cirurgia do IC e aguardavam a ativação dos eletrodos. O grupo controle também compôs a amostra e foi constituído por cinco crianças com audição normal na mesma faixa etária. A análise do PEAC foi realizada antes e três meses depois da ativação do IC. Os resultados demonstraram diminuição no tempo de latência do componente P1 no grupo estudo, sendo que os valores foram maiores quando comparado com o grupo controle. Observou-se também que quanto menor a idade na ativação, menor o tempo de latência do componente P1 nos usuários de IC. Os autores concluíram que as modificações nas características dos potenciais podem ser observadas em crianças implantadas e tais modificações estão relacionadas com a idade da intervenção.

Durante et al. (2014) analisaram a latência dos componentes P1, N1 e P2 e sua concordância com a detecção de sons de fala de baixa /m/, média /g/ e alta /t/ frequência apresentados em campo livre em intensidades decrescentes (75, 65 e 55 dBNPS), em 22 indivíduos adultos com perda auditiva neurossensorial bilateral simétrica de grau moderado a severo, sendo estes usuários de AASI. O equipamento utilizado realizou a detecção estatística automática da resposta e a percepção psicoacústica também foi registrada. Os resultados apontaram um aumento na presença de resposta cortical na condição de uso do AASI bem como 91% na percepção e detecção dos sons /g/ e /t/ e 86% para o som /m/ e observou-se uma diminuição das latências dos componentes P1, N1 e P2 com o aumento da intensidade e uso do AASI. Os autores concluíram que houve um aumento da presença do PEAC na condição de uso do AASI, que estas respostas estavam em concordância com a percepção psicoacústica do sinal de fala e que as latências dos componentes P1, N1 e P2 diminuiram tanto com o aumento da intensidade do sinal como com o uso do AASI para os três estímulos de fala apresentados em campo livre.

Freitas (2014) descreveu os resultados dos PEALL e do complexo P1-N1-P2 em 10 crianças com perda auditiva congênita de grau moderado a profundo usuárias de AASI, com idade entre 2 e 8 anos. A captação dos PEALL foi por meio de fones de inserção no teste sem AASI e em campo livre quando realizado com AASI. A autora observou que as crianças que apresentaram ausência dos PEALL no teste sem AASI tinham perda auditiva severa e profunda. Já no teste com AASI, foi possível identificar os PEALL em todos os indivíduos da amostra independente do grau de perda auditiva. Observou-se um aumento na latência da onda P1 independente da idade auditiva da criança. Não houve correlação entre o início do uso do AASI, horas de terapia, abordagem terapêutica e uso efetivo da amplificação associado à latência dos componentes P1 e N1.

Silva (2015) realizou um estudo longitudinal com o objetivo de acompanhar a maturação cortical de crianças usuárias de IC. O grupo estudo foi constituído por 11 crianças, de ambos os gêneros, com perda auditiva neurosensorial severa/profunda bilateral congênita que aguardavam a ativação dos eletrodos do IC pós-cirurgia. A média de idade deste grupo foi de 35 meses na ativação. O grupo controle foi constituído por 11 crianças com audição normal pareadas por gênero e idade. As crianças foram avaliadas por meio de medidas comportamentais de audição e linguagem e por meio dos PEALL antes da ativação dos eletrodos, 3 meses e nove meses após o uso do IC. Os resultados mostraram melhora na avaliação comportamental com relação a pré e pós ativação do IC, assim como o surgimento do componente P1 que diminuiu a latência ao longo do tempo de uso do IC, porém manteve-se maior com relação aos valores de latência do grupo controle, mesmo após nove meses de uso do IC.

MÉTODOS

4 MÉTODO

4.1 Local da pesquisa

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Potenciais Evocados Auditivos do Curso de Fonoaudiologia do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, sob a responsabilidade da Profa. Dra. Carla Gentile Matas e no Ambulatório de Saúde Auditiva do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - Divisão de Clínica de Otorrinolaringologia do HCFMUSP sob a responsabilidade do Prof. Dr. Ricardo Ferreira Bento.

O ambulatório de Saúde Auditiva do HCFMUSP é um serviço credenciado pela Portaria de Saúde Auditiva de Alta Complexidade (Portaria MS/GM nº 2.073, em 28 de setembro de 2004).

4.2 Aspectos éticos da pesquisa

Esta pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, sob protocolo de pesquisa no. 0474/11 (Anexo A).

Conforme os preceitos éticos da pesquisa com seres humanos foram disponibilizados aos responsáveis um termo de consentimento especificando os fundamentos da pesquisa, esclarecendo os benefícios e a ausência de riscos à saúde da criança. Os dados somente foram coletados e utilizados após o consentimento livre e esclarecido dos responsáveis pela criança participante. (Anexo B).

4.3 Caracterização da pesquisa

Trata-se de um estudo clínico longitudinal e prospectivo.

4.4 Casuística

Participaram do estudo 32 crianças com idade entre sete a 12 anos de ambos os gêneros distribuídas em dois grupos: grupo estudo (GE) e grupo controle (GC).

4.4.1 Grupo Estudo

O GE foi constituído por 18 crianças sendo cinco do gênero feminino e 13 do gênero masculino, com idade entre sete e 12 anos (média de idade: 9 anos e 2 meses). As crianças foram atendidas no Ambulatório de Saúde Auditiva do HCFMUSP e posteriormente encaminhadas para o Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Potenciais Evocados Auditivos da Universidade de São Paulo.

As crianças deste grupo atenderam os seguintes critérios de inclusão:

- Meatoscopia normal;
- Não apresentar alteração de orelha média e ter presença de timpanometria tipo A bilateral nas Medidas da Imitância Acústica;
- Perda auditiva neurossensorial bilateral simétrica de origem congênita ou adquirida, de grau leve a moderado (grau I) de acordo com a classificação recomendada pela *Bureau International d'AudioPhonologie* - BIAP 02/1 (1997) (quadro 1);

- Modalidade oral como principal modo de comunicação;
- Não ter feito uso de AASI até o momento;
- Não apresentar comprometimento neurológico ou qualquer alteração que pudesse interferir na medida dos PEA.

Quadro 1 - Perda auditiva de acordo com o grau segundo a recomendação de Bureau Internacional d'AudioPhonologie - BIAP 02/1(1997)

TIPO	GRAU
Audição infra normal	≤ 20 dBNA
Deficiência auditiva leve	21 a 40 dBNA
Deficiência Auditiva Moderada	Grau I: a41 - 55 dBNA Grau II: 56 - 70 dBNA
Deficiência Auditiva Severa	Grau I:71 - 80 dBNA Grau II: 81 - 90 dBNA
Deficiência Auditiva Profunda	Grau I: 91 - 100 dBNA Grau II:101 - 110 dBNA
Deficiência Auditiva Total/Cofose	>120 dBNA

Legenda: dBNA - Nível de audição em decibéis

A tabela 1 apresenta os aspectos audiológicos das crianças do GE tais como o grau da perda auditiva de acordo com a classificação recomendada pela *Bureau Internacional d'AudioPhonologie* - BIAP 02/1 (1997), além da idade no diagnóstico audiológico e o tempo de privação sensorial. Vale ressaltar que, para o último aspecto citado, a avaliadora considerou os relatos dos pais quando questionados sobre o período da suspeita da perda auditiva. Desta forma, o tempo de privação sensorial foi calculado considerando o intervalo entre a suspeita da perda auditiva relatada pelos pais e a realização do diagnóstico audiológico.

Tabela 1 - Caracterização da amostra do GE relacionada aos aspectos audiológicos dos sujeitos

N=18	Grau da PA	Idade no diagnóstico (A)	Tempo de privação sensorial (A)
	M	7	3
	M	8	1
	M	8	2
	M	8	8
	M	8	5
	M	8	3
	M	9	1
	M	9	3
	M	10	4
	M	10	4
	M	12	8
	L	12	10
	M	12	6
	M	5	11
	M	9	6
	M	8	8
	M	8	3
	M	9	9

Legenda: N - número de sujeitos; PA - Perda Auditiva; M - Moderada; L - Leve; A -Anos

Após o diagnóstico audiológico e caracterização da perda auditiva, as crianças do GE participaram do processo de seleção e adaptação do AASI como descrito neste capítulo no item Procedimentos.

4.4.2 Grupo controle

O GC foi constituído por 14 crianças, sendo seis crianças do gênero feminino e 8 do gênero masculino, com idade entre sete e 12 anos (média de idade: 9 anos e 8 meses). Este grupo foi constituído por uma amostra de conveniência. Foi realizado contato informal com amigos e familiares que se propuseram e aceitaram trazer seus filhos para participarem deste estudo.

As crianças deste grupo atenderam os seguintes critérios de inclusão:

- Meatoscopia normal;
- Limiars auditivos por via aérea dentro da normalidade de acordo com a recomendação da BIAP 02/1(1997) (Quadro 1), ou seja, inferiores a 20 dBNA nas frequências de 500 Hz a 4 kHz;
- Não apresentar alteração de orelha média, ter presença de timpanometria tipo A bilateral e limiars de reflexo acústico contralateral em níveis de intensidades de 70 a 90 dBNS nas Medidas da Imitância Acústica, segundo a classificação de Jerger (1970);
- Limiar de reconhecimento de fala (LRF) até 10 dB acima ou igual a média dos limiars auditivos nas frequências de 500, 1000 e 2000 Hz, e índice percentual de reconhecimento de fala (IPRF) com porcentagem de acerto entre 90 a 100% de palavras dissílabas (Santos e Russo, 1986; Jerger et al., 1968);
- Não apresentar alterações de fala e linguagem;
- Não apresentar comprometimento neurológico ou qualquer alteração que pudesse interferir nas medidas dos PEA.

4.5 Materiais e Equipamentos

Para a realização deste estudo utilizou-se os seguintes materiais e equipamentos:

- Equipamento modelo *Smart EP* da marca *Intelligent Hearing System* para realização do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (PEALL) com estímulos acústicos de fala e *tone burst*;
- Pastas eletrolítica e abrasiva;
- Fita microporosa;
- Sistema de Campo Sonoro com duas caixas acústicas posicionadas a 90º graus azimute para a obtenção dos PEALL;
- Otoscópio marca Heine (modelo Mini Heine 2000) para visualização do meato acústico externo;
- Analisador de Orelha Média modelo AT235h da marca Interacoustics para realização das Medidas de Imitância Acústica;
- Audiômetro modelo MA42 da marca MAICO e modelo Itera de 2 canais da marca Madsen para realização da avaliação audiológica;
- Lista de palavras contendo 25 palavras dissílabas balanceadas foneticamente (Lacerda, 1976);
- Cabine acústica com sistema de campo sonoro (calibração norma ANSI S3.1 - 1991);
- Computador contendo o software dos fabricantes para a programação do AASI;
- HI-PRO - interface de comunicação;
- Cabos de programação;
- Equipamento Aurical Free Fit (marca Otometrics) para realização das medidas com microfone sonda.

4.6 Procedimentos

Grupo estudo

1ª etapa: Diagnóstico Audiológico

As crianças do GE foram atendidas no Ambulatório de Saúde Auditiva do HCFMUSP após avaliação otorrinolaringológica, para realização do diagnóstico audiológico e posterior seleção e adaptação do AASI.

Uma vez descartada qualquer alteração de orelha externa por meio da inspeção do meato acústico externo (MAE), foram realizadas as Medidas da Imitância Acústica, que por sua vez garantiram que as crianças deste grupo não apresentavam alterações de orelha média.

Em seguida foi realizada a audiometria tonal e vocal, realizada em cabine acústica com fone TDH39 na orelha direita (OD) e orelha esquerda (OE). Todas as crianças do grupo estudo apresentaram perda auditiva do tipo neurosensorial bilateral simétrica, sendo que o grau da perda auditiva variou de leve a moderada (grau I) de acordo com a classificação da BIAP 02/1(1997).

2ª etapa: Seleção e Adaptação do Aparelho de Amplificação Sonora Individual

Após a avaliação audiológica, as crianças com diagnóstico de perda auditiva que se enquadraram dentro dos critérios de inclusão já citados para este grupo foram encaminhadas para dar início ao processo de seleção e adaptação do AASI bilateralmente.

Inicialmente foi realizada a pré-moldagem individual bilateral e posterior confecção dos moldes. O tipo e o material do molde foram determinados de acordo com as características físicas da orelha de cada criança, assim como as necessidades acústicas da perda auditiva. O tempo de espera para a confecção foi de quinze dias aproximadamente, período este em que foi

realizada a primeira avaliação eletrofisiológica no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Potenciais Evocados Auditivos da Universidade de São Paulo e posterior retorno no Ambulatório de Saúde Auditiva do HCFMUSP para dar início ao processo de seleção e adaptação do AASI.

O dispositivo de amplificação foi selecionado de acordo com as necessidades audiológicas de cada criança, levando em consideração as características eletroacústicas (ganho e saída máxima), físicas (tamanho e modelo do dispositivo), método de prescrição de ganho específico para o ganho-alvo e verificação do desempenho das características eletroacústicas por meio das medidas com microfone sonda.

A adaptação do aparelho auditivo foi bilateral, do tipo mini retroauricular de tecnologia digital e processamento do sinal não linear em todos os casos.

Regra prescritiva

Partindo de pressupostos teóricos de que a amplificação deve levar em consideração as características acústicas da fala, devemos considerar que a prescrição de ganho e saída máxima e a escolha dos parâmetros eletroacústicos do AASI para a população infantil são determinantes em todo o processo.

Sendo assim, a escolha da regra prescritiva que determina o ganho alvo para diferentes níveis de entrada sonora, deve garantir o acesso aos sons da fala, proporcionando ao usuário audibilidade e conforto.

As regras prescritivas utilizadas para as crianças adaptadas com AASI no GE foram DSL v 5.0 e NAL NL1 e estão de acordo com a recomendação da AAA - *Clinical Practice Guidelines Pediatric Amplification* (2013).

Avaliação objetiva da amplificação: medidas com microfone sonda

As medidas com microfone sonda foram realizadas na sala de atendimento, sendo este um ambiente silencioso e adequado para a realização do teste. A calibração do microfone sonda foi realizada antes de cada medida.

Quanto ao posicionamento da criança para a realização do exame, esta ficou sentada em uma cadeira a 60 centímetros (cm) da caixa acústica (microfone referência) a 0° Azimute. A criança foi orientada a não se movimentar e permanecer em silêncio durante o teste.

O molde auricular foi utilizado como referência, para nortear a profundidade de inserção do tubo sonda no MAE. A ponta do tubo sonda foi posicionada a uma distância aproximadamente de 5 milímetros (mm) da ponta do molde auricular e permaneceu durante todo período de teste, após inserido cuidadosamente no MAE da criança (Bagato, 2001).

A medida inicial realizada foi a resposta de ressonância da orelha externa (REUR) que é a resposta obtida em dBNPS em função da apresentação do estímulo *Pink Noise* (65 dBNPS) em campo sonoro com a caixa acústica posicionada a 0° Azimute, sem a utilização do AASI.

Também foi realizada a medida REAR - resposta de amplificação com AASI para verificar a saída máxima do AASI para diferentes entradas sonoras: sons fracos (55 dBNPS), médios (65 dBNPS) e fortes (75 dBNPS). O estímulo utilizado para as duas medidas foi o *ISTS* (*International Speech Test Signal*) apresentado com a caixa acústica posicionada a 0° Azimute.

Frequência de uso do AASI

A informação sobre o tempo de uso do AASI realizado por cada criança que totaliza o número de horas de uso diário da amplificação no intervalo de 3 meses e 9 meses após o início da adaptação dos seus aparelhos auditivos pode ser visualizado na tabela 2. Vale ressaltar que o dado fornecido sobre o tempo de uso da amplificação foi obtido por meio do algoritmo de

processamento que reside na memória do AASI que permite o registro destes dados e neste estudo foi chamado de diário sonoro. Os pais e/ou responsáveis também foram questionados com relação a frequência do uso, porém algumas crianças frequentavam escola em período integral ou então estavam sob os cuidados de outras pessoas das quais a avaliadora não teve contato durante o estudo. Sendo assim, esta ocorrência dificultou a consistência das respostas relatadas pelos mesmos.

Tabela 2 - Total de horas de uso da amplificação no intervalo de 3 meses e 9 meses no GE.

N=18	Intervalo 3m (uso diário/H)	Intervalo 9m (uso diário/H)
	2	2
	8	9
	7	8
	7,5	8
	6	8
	11	11
	6	9
	12	12
	13	12
	8	8,5
	3	3
	7	8
	4	11
	9	5
	11	12
	7	1
	11	11
	11	1

Legenda: N - número de sujeitos; H - Hora

3ª etapa - Avaliação Eletrofisiológica da Audição

Pesquisa dos Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL)

Na avaliação eletrofisiológica da audição foi realizada a pesquisa dos Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL) sendo captados e analisados os componentes P1, N1, P2, N2 e P300.

Os eletrodos foram posicionados no vértex (Cz), fronte (Fpz - eletrodo terra) e nas mastóides direita e esquerda (M2 e M1) de acordo com a norma *International Electrode System IES 10-20* (Jasper, 1958). Antes da colocação dos eletrodos foi realizada a limpeza da pele com pasta abrasiva, sendo os eletrodos fixados à pele do indivíduo por meio de pasta eletrolítica e fita adesiva (micropore) nas posições citadas.

Os valores de impedância dos eletrodos foram verificados e se mantiveram abaixo de 5kOhms durante todo o período da avaliação.

A avaliação foi realizada em sala acusticamente tratada utilizando um sistema de campo sonoro previamente calibrado. As caixas acústicas foram posicionadas a 90º graus da orelha testada e o estímulo acústico foi apresentado na intensidade de 75 dBnNA sem e com AASI. No momento da pesquisa do PEALL, na condição com AASI tanto na orelha direita quanto na orelha esquerda, a criança permaneceu fazendo uso bilateral dos aparelhos auditivos.

Para a captação dos PEALL foi utilizado o estímulo acústico *tone burst* na frequência de 1000 Hz (estímulo frequente) e 2000 Hz (estímulo raro) e estímulo de fala utilizando a sílaba /ba/ como estímulo frequente e a sílaba /da/ como estímulo raro.

Os estímulos acústicos de fala e *tone burst* foram apresentados em uma velocidade de apresentação de 1.1 estímulos por segundo, sendo empregado um total de 300 estímulos. A janela de análise foi de 500ms. Foram utilizados filtros passa-alto de 1Hz e passa-baixo de 30 Hz e ganho de 150

Kohms nos dois canais. Dos 300 estímulos que foram apresentados, 15% referiam-se ao estímulo raro.

A criança foi orientada a prestar atenção no estímulo raro (sílabas /da/ ou *tone burst* 2000 Hz) que apareceram, aleatoriamente, dentro de uma série de estímulos frequentes (sílabas /ba/ ou *toneburst* 1000 Hz), sendo solicitado que contasse, em voz alta, o número de vezes que o evento raro ocorreu (Durrant e Ferraro, 2001; Musiek e Lee, 2001).

O componente P300 foi identificado no traçado correspondente ao estímulo raro, sendo analisado em relação a sua latência e amplitude. Por sua vez, os componentes P1, N1, P2 e N2 foram identificados no traçado correspondente ao estímulo frequente, sendo também analisados quanto à sua latência e amplitude.

Os valores de latência e amplitude dos PEALL (componentes P1, N1, P2, N2 e P300) com estímulo de fala e estímulo *tone burst* foram descritos e comparados no GE (condição sem e com AASI) e GC, nos três momentos da avaliação: (M0 - avaliação inicial; M3 - três meses após a avaliação inicial e M9 - nove meses após a avaliação inicial), para as orelhas direita e esquerda.

Com relação ao estudo da presença e ausência dos componentes do PEALL (P1, N1, P2, N2 e P300) com estímulo de fala e estímulo *tone burst*, no GE (condição sem e com AASI) e no GC, as orelhas direita e esquerda foram agrupadas para a realização da análise nos três momentos da avaliação (M0, M3 e M9).

A análise dos componentes dos PEALL foi realizada em momentos distintos pela pesquisadora do estudo e por dois juízes, o orientador e um profissional da área *expert* em eletrofisiologia da audição. Foi considerada a marcação de consenso entre as três avaliadoras.

Com relação ao período de avaliação dos PEALL, este foi realizado antes do uso do AASI, três meses após o início do uso do AASI levando em consideração o período de aclimatização (Almeida, 2003) e nove meses após o uso da amplificação.

O intervalo entre a avaliação audiológica e a avaliação eletrofisiológica da audição foi de aproximadamente 15 dias, sendo necessário repetir as Medidas da Imitância Acústica para garantir a integridade da OM. Ressalta-se, que este procedimento foi realizado nos três momentos da avaliação para a obtenção dos PEALL: pré adaptação do AASI, 3 meses e 9 meses após adaptação do AASI.

O fluxograma abaixo (figura 1) mostra a sequência dos procedimentos realizados no GE.

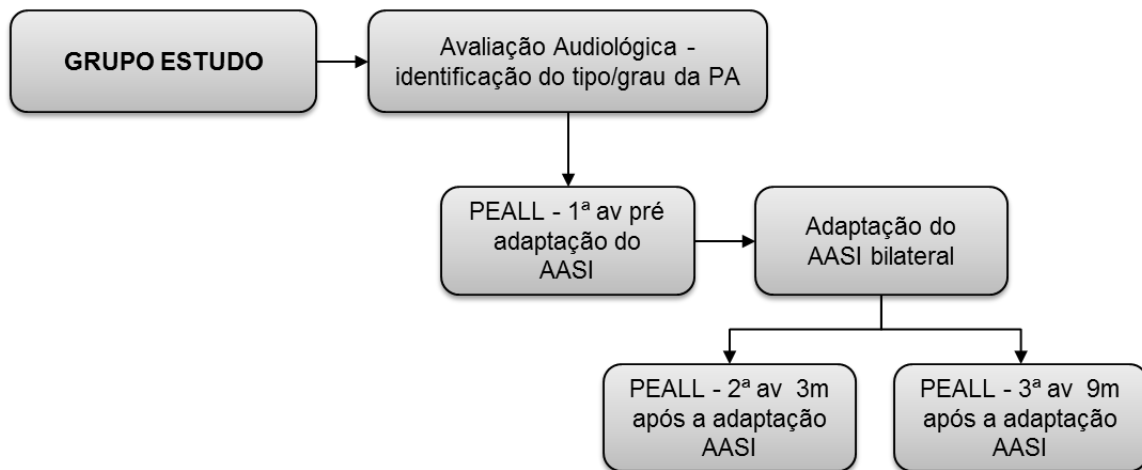


Figura 1 - Fluxograma da avaliação realizada no Grupo Estudo nos três momentos da avaliação.

Grupo controle

As crianças do GC foram atendidas no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Potenciais Evocados Auditivos da Universidade de São Paulo.

Os procedimentos de avaliação audiológica e avaliação eletrofisiológica da audição foram realizados seguindo o mesmo protocolo do GE.

Na primeira avaliação foi realizada a audiometria tonal e vocal e as Medidas de Imitância Acústica respeitando os critérios de inclusão já citados neste capítulo. Em seguida foi realizada a pesquisa dos PEALL seguindo o protocolo utilizado no GE conforme mencionado anteriormente e foi realizada em três momentos distintos: avaliação inicial, após três e nove meses da primeira avaliação (figura 2).

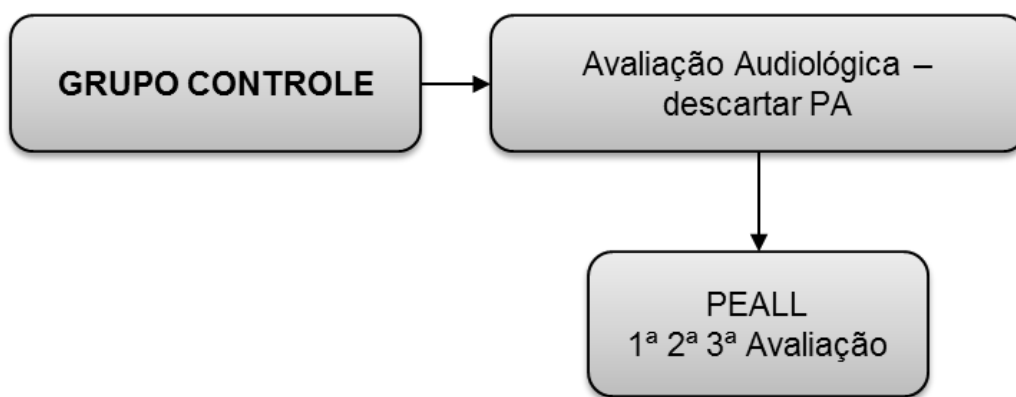


Figura 2 - Fluxograma da avaliação realizada no Grupo Controle nos três momentos da avaliação.

4.7 Método estatístico

Foram realizadas as análises estatísticas descritiva e inferencial dos valores de latência e amplitude dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL, no GE na condição sem e com AASI e no GC, nos três momentos de avaliação.

As análises descritivas dos dados foram realizadas, apresentando as médias acompanhadas dos respectivos desvios padrão (\pm DP). Os pressupostos da distribuição normal em cada grupo e a homogeneidade das variâncias entre os grupos foram avaliados respectivamente, com o teste de Shapiro-Wilk e com o teste de Levene.

Foi realizado, também, o estudo da presença e ausência dos componentes do PEALL (P1, N1, P2, N2 e P300) com estímulo de fala e estímulo *tone burst*, no GE (condição sem e com AASI) e no GC, sendo que as orelhas direita e esquerda foram agrupadas para a realização desta análise descritiva nos três momentos da avaliação (M0, M3 e M9).

Na análise estatística inferencial foi utilizado o teste de análise de variância de duplo fator (tempo e lado) de medidas repetidas e a análise de variância de três fatores (grupo, tempo e lado) de medidas repetidas para os fatores (tempo e lado). Quando foi necessária a realização de comparações múltiplas de médias, foi utilizado o teste de Bonferroni.

Para avaliar a associação das variáveis latências e amplitudes dos componentes dos PEALL com estímulo de fala e *tone burst*, nas condições sem e com AASI, com o tempo de privação sensorial e a frequência de uso do AASI, foram utilizados os testes de correlação de Pearson e de correlação de Spearman.

Foi considerada uma probabilidade de erro do tipo I (α) de 0,05 em todas as análises inferenciais, sendo que os resultados que apresentaram diferença estatisticamente significativa (p -valor $<0,05$) foram assinalados com asterisco (*).

Todas as análises estatísticas descritivas e inferenciais foram executadas com o software SPSS versão 21 (SPSS 21.0 for Windows).

RESULTADOS

5 RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos no estudo dos PEALL (componentes P1, N1, P2, N2 e P300) de crianças deficientes auditivas (GE) antes da adaptação do AASI (M0), 3 meses (M3) e 9 meses (M9) após o uso da amplificação, bem como os resultados dos PEALL (componentes P1, N1, P2, N2 e P300) no grupo de crianças com audição normal da mesma faixa etária (GC), respeitando os três momentos da avaliação.

Para facilitar a apresentação e explanação dos resultados, este capítulo será dividido em cinco partes, a saber:

Parte I: Estudo das latências e amplitudes dos PEALL (componentes P1, N1, P2, N2 e P300) obtidos no GE (condição com e sem AASI) e GC em M0, M3 e M9 nas orelhas direita e esquerda.

Nas tabelas 3 e 4 serão descritos os valores de média e desvio padrão das latências e amplitudes dos PEALL (componentes P1, N1, P2, N2 e P300) com estímulo de fala no GE nos três momentos da avaliação (M0 - avaliação inicial; M3 - 3 meses após o uso da amplificação; M9 - 9 meses após o uso da amplificação), na condição sem AASI, bem como os p-valores obtidos da comparação entre as orelhas direita e esquerda.

Tabela 3 - Comparação das latências (em ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo de fala no GE em M0, M3 e M9, na condição sem AASI, entre as orelhas direita e esquerda.

Latência (ms) Estímulo de Fala			Média	DP	P-valor
M0	P1	OD	93,8	9,0	0,127
		OE	88,5	18,2	
	N1	OD	139,6	19,0	0,308
		OE	134,2	25,0	
	P2	OD	182,6	14,0	0,363
		OE	185,9	16,5	
	N2	OD	251,9	15,6	0,236
		OE	246,1	14,1	
	P300	OD	284,3	36,1	0,306
		OE	283,6	29,4	
M3	P1	OD	94,6	17,1	0,859
		OE	93,9	12,1	
	N1	OD	132,9	20,8	0,145
		OE	138,6	19,3	
	P2	OD	184,4	10,6	*0,016
		OE	195,7	10,4	
	N2	OD	247,0	17,1	*0,051
		OE	257,1	15,8	
	P300	OD	283,4	30,3	0,953
		OE	300,1	24,7	
M9	P1	OD	95,9	11,7	0,982
		OE	95,8	10,1	
	N1	OD	135,1	24,1	0,450
		OE	138,0	14,2	
	P2	OD	184,7	13,1	0,673
		OE	182,3	18,9	
	N2	OD	257,2	27,3	*0,023
		OE	242,9	20,8	
	P300	OD	279,8	41,6	0,722
		OE	290,1	19,06	

Legenda: M0 - avaliação inicial; M3 - avaliação após 3 meses de uso do AASI; M9 - avaliação após 9 meses de uso do AASI; DP - desvio padrão; ms - milissegundos; * - diferença estatisticamente significante, OD - orelha direita; OE - orelha esquerda.

Tabela 4 - Comparação das amplitudes (em μv) P1-N1, P2-N2 e P300 dos PEALL com estímulo de fala no GE em M0, M3 e M9, na condição sem AASI, entre as orelhas direita e esquerda.

Amplitude (μv) Estímulo de fala			Média	DP	P-valor
M0	P1-N1	OD	4,7	2,3	0,757
		OE	4,5	2,4	
	P2-N2	OD	6,7	3,3	0,253
		OE	7,7	4,3	
	P300	OD	12,1	6,1	0,824
		OE	11,8	4,8	
M3	P1-N1	OD	3,4	1,3	*0,012
		OE	5,1	2,4	
	P2-N2	OD	6,3	2,5	0,146
		OE	5,0	2,0	
	P300	OD	14,4	7,1	0,336
		OE	16,9	5,4	
M9	P1-N1	OD	3,9	2,0	0,831
		OE	4,0	2,1	
	P2-N2	OD	14,4	2,2	0,741
		OE	16,9	3,6	
	P300	OD	14,5	5,4	0,731
		OE	15,1	4,6	

Legenda: M0 - avaliação inicial; M3 - avaliação após 3 meses de uso do AASI; M9 - avaliação após 9 meses de uso do AASI; DP - desvio padrão; microvolts - μ ; * - diferença estatisticamente significativa; OD - orelha direita; OE - esquerda.

Nas tabelas 5 e 6 serão descritos os valores de média e desvio padrão das latências e amplitudes dos PEALL (componentes P1, N1, P2, N2 e P300) com estímulo de fala no GE nos dois momentos da avaliação (M3 e M9), na condição com AASI, bem como os p-valores obtidos da comparação entre as orelhas direita e esquerda.

Tabela 5 - Comparação das latências (em ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo de fala no GE em M3 e M9, na condição com AASI, entre as orelhas direita e esquerda.

Latência (ms) Estímulo de Fala			Média	DP	P-valor
M3	P1	OD	95,7	13,3	0,118
		OE	88,0	18,1	
	N1	OD	132,2	15,4	0,425
		OE	127,4	22,8	
	P2	OD	179,3	9,5	0,281
		OE	183,2	21,1	
	N2	OD	255,6	13,6	0,095
		OE	249,9	15,4	
	P300	OD	285,6	21,5	0,386
		OE	280,8	17,8	
M9	P1	OD	93,1	9,2	0,208
		OE	88,1	10,6	
	N1	OD	135,5	18,0	0,279
		OE	128,8	21,7	
	P2	OD	186,5	14,1	0,987
		OE	186,6	18,8	
	N2	OD	253,5	15,9	0,550
		OE	251,9	14,8	
	P300	OD	284,3	19,5	0,112
		OE	278,0	17,7	

Legenda: M3 - avaliação após 3 meses de uso do AASI; M9 - avaliação após 9 meses de uso do AASI; DP - desvio padrão; ms - milissegundos; OD - orelha direita; OE - esquerda.

Tabela 6 - Comparação das amplitudes (em μv) P1-N1, P2-N2 e P300 dos PEALL com estímulo de fala no GE em M3 e M9, na condição com AASI, entre as orelhas direita e esquerda.

Amplitude (μv) Estímulo de fala			Média	DP	P-valor
M3	P1-N1	OD	3,4	1,3	0,277
		OE	5,1	2,4	
	P2-N2	OD	6,3	2,5	0,841
		OE	5,0	2,0	
	P300	OD	14,4	7,1	0,377
		OE	16,9	5,4	
M9	P1-N1	OD	3,9	2,0	0,584
		OE	4,0	2,1	
	P2-N2	OD	14,4	2,2	0,567
		OE	16,9	3,6	
	P300	OD	14,5	5,4	0,464
		OE	15,1	4,6	

Legenda: M3 - avaliação após 3 meses de uso do AASI; M9 - avaliação após 9 meses de uso do AASI; DP - desvio padrão; microvolts - μv ; OD - orelha direita; OE - esquerda.

Nas tabelas 7 e 8 serão descritos os valores de média e desvio padrão das latências e amplitudes dos PEALL (componentes P1, N1, P2, N2 e P300) com estímulo *tone burst* no GE nos três momentos da avaliação (M0, M3 e M9), na condição sem AASI, bem como os p-valores obtidos da comparação entre as orelhas direita e esquerda.

Tabela 7 - Comparação das latências (em ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo *tone burst* no GE em M0, M3 e M9, na condição sem AASI, entre as orelhas direita e esquerda.

Latência (ms)		Estímulo <i>Tone burst</i>	Média	DP	P-valor
M0	P1	OD	79,1	18,8	*0,004
		OE	85,3	18,7	
	N1	OD	109,1	26,6	*0,044
		OE	115,7	25,7	
	P2	OD	162,0	23,7	0,235
		OE	167,2	25,4	
	N2	OD	221,4	16,4	0,495
		OE	224,9	21,0	
	P300	OD	309,8	49,0	0,439
		OE	319,1	48,8	
M3	P1	OD	78,4	20,8	*0,041
		OE	84,9	21,3	
	N1	OD	108,8	14,6	0,388
		OE	112,7	21,8	
	P2	OD	162,2	18,6	0,797
		OE	161,4	19,6	
	N2	OD	221,6	17,7	0,667
		OE	219,9	21,5	
	P300	OD	277,6	36,3	0,199
		OE	294,9	39,8	
M9	P1	OD	75,8	16,6	0,770
		OE	77,0	21,8	
	N1	OD	107,3	21,9	0,669
		OE	105,6	19,1	
	P2	OD	164,6	19,8	0,305
		OE	168,8	21,2	
	N2	OD	226,9	23,1	0,141
		OE	219,7	26,4	
	P300	OD	297,8	62,4	0,442
		OE	308,6	63,3	

Legenda: M0 - avaliação inicial; M3 - avaliação após 3 meses de uso do AASI; M9 - avaliação após 9 meses de uso do AASI; DP - desvio padrão; ms - milissegundos; * - diferença estatisticamente significativa; OD - orelha direita; OE - esquerda.

Tabela 8 - Comparação das amplitudes (em μv) P1-N1, P2-N2 e P300 dos PEALL com estímulo *tone burst* no GE em M0, M3 e M9, na condição sem AASI, entre as orelhas direita e esquerda.

Amplitude (μv) Estímulo <i>Tone burst</i>			Média	DP	P-valor
M0	P1-N1	OD	4,5	1,7	0,197
		OE	3,6	0,9	
	P2-N2	OD	8,6	4,3	0,387
		OE	7,6	4,7	
	P300	OD	7,1	5,5	0,607
		OE	7,8	3,4	
M3	P1-N1	OD	3,7	1,2	0,641
		OE	4,1	2,4	
	P2-N2	OD	6,6	4,4	0,310
		OE	7,7	3,4	
	P300	OD	8,9	4,2	0,733
		OE	9,4	4,3	
M9	P1-N1	OD	2,9	1,9	0,403
		OE	3,4	1,9	
	P2-N2	OD	6,5	2,6	0,592
		OE	6,9	3,7	
	P300	OD	6,5	4,2	*0,037
		OE	9,4	4,8	

Legenda: M0 - avaliação inicial; M3 - avaliação após 3 meses de uso do AASI; M9 - avaliação após 9 meses de uso do AASI; DP - desvio padrão; microvolts - μv ; * - diferença estatisticamente significativa; OD - orelha direita; OE - esquerda.

Nas tabelas 9 e 10 serão descritos os valores de média e desvio padrão das latências e amplitudes dos PEALL (componentes P1, N1, P2, N2 e P300) com estímulo *tone burst* no GE nos dois momentos da avaliação (M3 e M9), na condição com AASI, bem como os p-valores obtidos da comparação entre as orelhas direita e esquerda.

Tabela 9 - Comparação das latências (em ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo *tone burst* no GE em M3 e M9, na condição com AASI, entre as orelhas direita e esquerda.

Latência (ms)			Média	DP	P-valor
Estímulo <i>Tone burst</i>					
M3	P1	OD	79,4	16,9	0,206
		OE	84,7	19,2	
	N1	OD	110,1	11,3	0,792
		OE	109,9	17,5	
	P2	OD	166,7	17,9	0,335
		OE	162,8	19,7	
	N2	OD	226,8	21,9	0,816
		OE	227,9	15,6	
	P300	OD	286,1	47,5	0,541
		OE	297,1	57,2	
M9	P1	OD	82,3	16,8	0,350
		OE	85,2	18,3	
	N1	OD	104,3	9,8	0,085
		OE	109,3	12,4	
	P2	OD	163,3	15,0	0,583
		OE	161,3	14,0	
	N2	OD	226,8	15,5	0,053
		OE	220,2	19,9	
	P300	OD	303,1	66,8	0,368
		OE	288,6	60,5	

Legenda: M3 - avaliação após 3 meses de uso do AASI; M9 - avaliação após 9 meses de uso do AASI; DP - desvio padrão; ms - milissegundos; OD - orelha direita; OE - esquerda.

Tabela 10 - Comparação das amplitudes (em μv) P1-N1, P2-N2 e P300 dos PEALL com estímulo *tone burst* no GE em M3 e M9, na condição com AASI, entre as orelhas direita e esquerda.

Amplitude (μv) Estímulo <i>Tone burst</i>			Média	DP	P-valor
M3	P1-N1	OD	4,3	2,3	0,751
		OE	4,2	3,2	
	P2-N2	OD	6,4	4,0	*0,044
		OE	8,1	3,4	
	P300	OD	7,8	4,7	0,113
		OE	9,8	3,1	
M9	P1-N1	OD	3,8	2,9	0,483
		OE	3,6	3,5	
	P2-N2	OD	6,8	3,4	0,856
		OE	7,0	2,6	
	P300	OD	10,3	3,4	0,482
		OE	11,0	4,0	

Legenda: M3 - avaliação após 3 meses de uso do AASI; M9 - avaliação após 9 meses de uso do AASI; DP - desvio padrão; μv - microvolts; * - diferença estatisticamente significativa; OD - orelha direita; OE - esquerda.

Nas tabelas a seguir serão descritos os valores de média e desvio padrão das latências e amplitudes dos PEALL (componentes P1, N1, P2, N2 e P3) com estímulo de fala (tabelas 11 e 12) e estímulo *tone burst* (tabelas 13 e 14) no GC, respeitando os intervalos entre as avaliações (M0 - avaliação inicial, M3 - três meses e M9 - nove meses após a avaliação inicial), bem como os p-valores obtidos da comparação entre as orelhas direita e esquerda.

Tabela 11 - Comparação das latências (em ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo de fala no GC em M0, M3 e M9, entre as orelhas direita e esquerda.

Latência (ms) Estímulo de Fala			Média	DP	P-valor
M0	P1	OD	95,4	14,6	0,768
		OE	94,4	11,1	
	N1	OD	137,3	11,3	0,572
		OE	134,3	14,7	
	P2	OD	184,3	10,2	0,183
		OE	179,1	6,6	
	N2	OD	245,2	19,0	0,549
		OE	242,1	16,1	
	P300	OD	283,6	29,4	0,818
		OE	281,4	21,0	
M3	P1	OD	89,2	13,5	0,637
		OE	91,0	10,0	
	N1	OD	139,8	20,7	0,319
		OE	135,8	13,5	
	P2	OD	184,8	14,1	0,059
		OE	194,2	11,8	
	N2	OD	252,7	12,8	0,819
		OE	251,6	8,1	
	P300	OD	300,1	41,2	0,345
		OE	288,9	30,1	
M9	P1	OD	86,9	13,9	0,094
		OE	92,8	5,4	
	N1	OD	132,9	13,6	0,303
		OE	137,1	12,9	
	P2	OD	186,0	11,3	0,758
		OE	184,1	14,2	
	N2	OD	246,8	16,6	0,631
		OE	243,7	12,9	
	P300	OD	290,1	22,4	0,127
		OE	278,2	29,4	

Legenda: M0 - avaliação inicial; M3 - avaliação após 3 meses; M9 - avaliação após 9 meses; DP - desvio padrão; ms - milissegundos; OD - orelha direita; OE - esquerda.

Tabela 12 - Comparação das amplitudes (em μv) P1-N1, P2-N2 e P300 dos PEALL com estímulo de fala no GC em M0, M3 e M9, entre as orelhas direita e esquerda.

Amplitude (μv) Estímulo de fala			Média	DP	P-valor
M0	P1-N1	OD	6,1	2,3	0,087
		OE	4,9	1,9	
	P2-N2	OD	9,1	3,7	0,678
		OE	9,4	3,4	
	P300	OD	14,7	6,7	*0,008
		OE	18,5	6,9	
M3	P1-N1	OD	5,9	2,2	0,654
		OE	6,2	3,2	
	P2-N2	OD	8,4	5,2	0,810
		OE	8,6	5,6	
	P300	OD	15,0	8,3	*0,035
		OE	20,3	9,4	
M9	P1-N1	OD	4,6	1,6	0,203
		OE	5,5	2,2	
	P2-N2	OD	6,2	3,5	0,724
		OE	6,6	3,1	
	P300	OD	11,3	7,4	0,079
		OE	14,3	5,7	

Legenda: M0 - avaliação inicial; M3 - avaliação após 3 meses; M9 - avaliação após 9 meses; DP - desvio padrão; microvolts - μv ; * - diferença estatisticamente significativa; OD - orelha direita; OE - esquerda.

Tabela 13 - Comparação das latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo *tone burst* no GC em M0, M3 e M9, entre as orelhas direita e esquerda.

Latência (ms)			Média	DP	P-valor
Estímulo <i>Tone burst</i>					
M0	P1	OD	78,7	9,4	0,641
		OE	79,6	7,9	
	N1	OD	122,2	20,7	*0,007
		OE	112,9	13,3	
	P2	OD	169,1	16,9	0,984
		OE	169,2	12,7	
	N2	OD	215,2	27,9	0,911
		OE	215,8	25,4	
	P300	OD	285,2	31,8	0,661
		OE	279,9	25,8	
M3	P1	OD	72,3	10,5	0,762
		OE	71,3	13,2	
	N1	OD	108,2	8,6	0,637
		OE	106,1	12,0	
	P2	OD	161,6	13,5	0,633
		OE	160,2	17,6	
	N2	OD	223,2	23,9	*0,046
		OE	214,9	23,8	
	P300	OD	277,3	34,5	0,490
		OE	286,5	35,6	
M9	P1	OD	75,4	8,6	0,232
		OE	80,3	6,4	
	N1	OD	109,4	12,7	0,935
		OE	109,1	10,0	
	P2	OD	156,9	12,2	0,438
		OE	160,2	13,4	
	N2	OD	226,7	11,7	0,699
		OE	228,6	23,6	
	P300	OD	290,9	52,5	0,472
		OE	280,8	27,7	

Legenda: M0 - avaliação inicial; M3 - avaliação após 3 meses; M9 - avaliação após 9 meses; DP - desvio padrão; ms - milissegundos; * - diferença estatisticamente significativa; OD - orelha direita; OE - esquerda.

Tabela 14 - Comparação das amplitudes (em μv) P1-N1, P2-N2 e P300 dos PEALL com estímulo *tone burst* no GC em M0, M3 e M9, entre as orelhas direita e esquerda.

Amplitude (μv) Estímulo <i>Tone burst</i>			Média	DP	P-valor
M0	P1-N1	OD	5,5	2,0	0,274
		OE	4,8	1,5	
	P2-N2	OD	9,2	4,8	0,483
		OE	8,3	3,9	
	P300	OD	10,3	4,1	0,792
		OE	10,0	3,3	
M3	P1-N1	OD	4,9	1,5	0,646
		OE	5,3	2,3	
	P2-N2	OD	10,4	3,7	0,183
		OE	8,9	3,1	
	P300	OD	8,7	5,3	0,027*
		OE	11,6	5,2	
M9	P1-N1	OD	5,4	1,9	0,559
		OE	5,1	1,7	
	P2-N2	OD	9,2	2,5	0,608
		OE	8,8	2,6	
	P300	OD	8,8	4,1	0,660
		OE	9,4	4,4	

Legenda: M0 - avaliação inicial; M3 - avaliação após 3 meses; M9 - avaliação após 9 meses; DP - desvio padrão; microvolts - μv ; * - diferença estatisticamente significante; OD - orelha direita; OE - esquerda.

No estudo das latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL obtidos com estímulo de fala e estímulo *tone burst*, observou-se diferença estatisticamente significante entre as orelhas direita e esquerda para alguns componentes, tanto no GE como GC. Sendo assim, as orelhas não puderam ser agrupadas para realizar a comparação dos valores de latência e amplitude entre os diferentes momentos da avaliação, em cada grupo estudado. Portanto, esta análise foi realizada considerando as orelhas separadas.

Parte II: Comparação das latências e amplitudes dos PEALL (componentes P1, N1, P2, N2 e P300) com estímulo de fala e estímulo *tone burst* no GE e GC, entre os três momentos da avaliação.

Serão descritos nas tabelas abaixo, os valores médios das latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 (tabela 15) e das amplitudes (tabela 16) com estímulo de fala nos GE e GC, bem como os p-valores obtidos na comparação entre os diferentes momentos da avaliação (M0, M3 e M9), sendo que no GE foram consideradas as avaliações sem o AASI.

Tabela 15 - Comparação das latências (em ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo de fala nos GE e GC, entre os três momentos da avaliação (M0, M3 e M9), nas orelhas direita e esquerda.

	Estímulo de fala	Latência (ms)	Média			P-valor ANOVA	P-valor TESTE DE BONFERRONI		
			M0	M3	M9		M0xM3	M0xM9	M3xM9
OD	P1	GE	93,8	94,6	95,9	0,857	-----	-----	-----
		GC	94,5	89,2	86,9	0,090	-----	-----	-----
	N1	GE	139,6	132,9	135,1	0,530	-----	-----	-----
		GC	137,3	139,8	132,9	0,416	-----	-----	-----
	P2	GE	182,6	184,4	184,7	0,823	-----	-----	-----
		GC	184,3	184,8	186,0	0,937	-----	-----	-----
	N2	GE	251,9	247,0	257,2	0,143	-----	-----	-----
		GC	245,2	252,7	246,8	0,343	-----	-----	-----
	P300	GE	284,3	283,4	279,8	0,944	-----	-----	-----
		GC	283,6	300,1	290,1	0,262	-----	-----	-----
OE	P1	GE	88,5	93,9	95,8	0,193	-----	-----	-----
		GC	94,4	91,0	92,8	0,748	-----	-----	-----
	N1	GE	134,2	138,6	138,0	0,795	-----	-----	-----
		GC	134,3	135,8	137,1	0,801	-----	-----	-----
	P2	GE	185,9	195,7	182,3	*0,007	0,058	>0,999	*0,010
		GC	179,1	194,2	184,1	*0,005	*0,005	>0,999	0,099
	N2	GE	246,1	257,1	182,3	*0,005	0,070	>0,999	*0,007
		GC	242,1	251,6	243,7	0,107	-----	-----	-----
	P300	GE	283,6	283,4	290,1	0,105	-----	-----	-----
		GC	281,4	288,9	278,2	0,383	-----	-----	-----

Legenda: GE - grupo estudo; M0 - pré adaptação do AASI; M3 - avaliação após 3 meses de uso do AASI; M9 - avaliação após 9 meses de uso do AASI; GC - grupo controle; M0 - avaliação inicial; M3 - avaliação após 3 meses; M9 - avaliação após 9 meses; DP - desvio padrão; ms - milissegundos; * - diferença estatisticamente significante; OD - orelha direita; OE - esquerda.

Tabela 16 - Comparação das amplitudes (em μv) P1-N1, P2-N2 e P300 dos PEALL com estímulo de fala nos GC e GE, entre os três momentos da avaliação (M0, M3 e M9), nas orelhas direita e esquerda.

	Estímulo de fala	Amplitude (μv)	Média			P-valor ANOVA	P-valor TESTE DE BONFERRONI		
			M0	M3	M9		M0xM3	M0xM9	M3xM9
OD	P1-N1	GE	4,7	3,4	3,9	0,133	-----	-----	-----
		GC	6,1	5,9	4,6	0,177	-----	-----	-----
	P2-N2	GE	6,7	6,3	14,4	0,430	-----	-----	-----
		GC	9,1	8,4	6,2	*0,027	>0,999	*0,042	0,209
	P300	GE	12,1	14,4	14,5	0,582	-----	-----	-----
		GC	14,7	15,0	11,3	0,106	-----	-----	-----
OE	P1-N1	GE	4,5	5,1	4,0	0,360	-----	-----	-----
		GC	4,9	6,2	5,5	0,328	-----	-----	-----
	P2-N2	GE	7,7	5,0	16,9	0,164	-----	-----	-----
		GC	9,4	8,6	6,6	0,080	-----	-----	-----
	P300	GE	11,8	16,9	15,1	0,124	-----	-----	-----
		GC	18,5	20,3	14,3	*0,041	-----	-----	-----

Legenda: GE - grupo estudo; M0 - pré adaptação do AASI; M3 - avaliação após 3 meses de uso do AASI; M9 - avaliação após 9 meses de uso do AASI; GC - grupo controle; M0 - avaliação inicial; M3 - avaliação após 3 meses; M9 - avaliação após 9 meses; DP - desvio padrão; μv - microvolts; * - diferença estatisticamente significante; OD - orelha direita; OE - esquerda.

A seguir serão descritos os valores médios das latências (tabela 17) e das amplitudes (tabela 18) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo de fala no GE nos dois momentos da avaliação (M3 e M9), bem como os p-valores obtidos na comparação entre estes dois momentos, na condição com AASI.

Tabela 17 - Comparação das latências (em ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo de fala no GE, entre M3 e M9, na condição com AASI, nas orelhas direita e esquerda.

	Estímulo de fala Latência (ms)		Média	P-valor M3xM9
OD	P1	M3	95,7	0,394
		M9	93,1	
	N1	M3	132,2	0,322
		M9	135,5	
	P2	M3	179,3	0,269
		M9	186,5	
	N2	M3	255,6	0,702
		M9	253,5	
	P300	M3	285,6	0,855
		M9	284,3	
OE	P1	M3	88,0	0,986
		M9	88,1	
	N1	M3	127,4	0,786
		M9	128,8	
	P2	M3	183,2	0,650
		M9	186,6	
	N2	M3	249,9	0,729
		M9	251,9	
	P300	M3	280,8	0,725
		M9	278,0	

Legenda: M3 - avaliação após 3 meses de uso do AASI; M9 - avaliação após 9 meses de uso do AASI; DP - desvio padrão; ms - milissegundos; OD - orelha direita; OE - esquerda.

Tabela 18 - Comparação das amplitudes (em μv) P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo de fala no GE, entre M3 e M9, na condição com AASI, nas orelhas direita e esquerda.

Estímulo de fala			Média	P-valor M3xM9
Amplitude (μv)				
OD	P1-N1	M3	4,2	0,329
		M9	4,3	
	P2-N2	M3	8,2	0,338
		M9	6,8	
	P300	M3	14,5	0,382
		M9	16,5	
OE	P1-N1	M3	5,2	0,875
		M9	4,9	
	P2-N2	M3	8,4	0,497
		M9	7,3	
	P300	M3	16,3	0,255
		M9	17,9	

Legenda: M3 - avaliação após 3 meses de uso do AASI; M9 - avaliação após 9 meses de uso do AASI; DP - desvio padrão; microvolts - μv ; OD - orelha direita; OE - esquerda.

Nas tabelas a seguir serão descritos os valores médios das latências (tabela 19) e das amplitudes (tabela 20) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo *tone burst* nos GE e GC nos três momentos da avaliação, bem como os p-valores obtidos na comparação entre os diferentes momentos de avaliação, sendo que no GE foram consideradas as avaliações sem o AASI.

Tabela 19 - Comparação das latências (em ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo *tone burst* nos GE e GC, entre os três momentos da avaliação (M0, M3 e M9), nas orelhas direita e esquerda.

	Estímulo <i>tone burst</i>	Latência (ms)	Média			P-valor ANOVA	P-valor TESTE DE BONFERRONI		
			M0	M3	M9		M0xM3	M0xM9	M3xM9
OD	P1	GE	79,1	78,4	75,8	0,635	-----	-----	-----
		GC	78,7	72,3	75,4	0,157	-----	-----	-----
	N1	GE	109,1	108,8	107,3	0,941	-----	-----	-----
		GC	122,2	108,2	109,4	0,102	-----	-----	-----
	P2	GE	162,0	162,2	164,6	0,792	-----	-----	-----
		GC	169,1	161,6	156,9	0,181	-----	-----	-----
	N2	GE	221,4	221,6	226,9	0,605	-----	-----	-----
		GC	215,2	223,2	226,7	0,192	-----	-----	-----
	P300	GE	309,8	277,6	297,8	*0,019	*0,013	>0,999	0,692
		GC	285,2	277,3	290,9	0,634	-----	-----	-----
OE	P1	GE	85,3	84,9	77,0	*0,023	>0,999	*0,022	0,095
		GC	79,6	71,3	80,3	*0,032	*0,042	>0,999	*0,048
	N1	GE	115,7	112,7	105,6	0,152	-----	-----	-----
		GC	112,9	106,1	109,1	0,444	-----	-----	-----
	P2	GE	167,2	161,4	168,8	0,248	-----	-----	-----
		GC	169,2	160,2	160,2	0,150	-----	-----	-----
	N2	GE	224,9	219,9	219,7	0,443	-----	-----	-----
		GC	215,8	214,9	228,6	0,173	-----	-----	-----
	P300	GE	319,1	294,9	308,6	0,127	-----	-----	-----
		GC	279,9	286,5	280,8	0,779	-----	-----	-----

Legenda: GE - grupo estudo; M0 - pré adaptação do AASI; M3 - avaliação após 3 meses de uso do AASI; M9 - avaliação após 9 meses de uso do AASI; GC - grupo controle; M0 - avaliação inicial; M3 - avaliação após 3 meses; M9 - avaliação após 9 meses; DP - desvio padrão; ms - milissegundos; * - diferença estatisticamente significativa; OD - orelha direita; OE - esquerda.

Tabela 20 - Comparação das amplitudes (em μv) P1-N1, P2-N2 e P300 dos PEALL com estímulo *tone burst* nos GC e GE, entre os três momentos da avaliação (M0, M3 e M9), nas orelhas direita e esquerda.

Estímulo <i>tone burst</i>			Média			P-valor ANOVA
Amplitude (μv)			M0	M3	M9	
OD	P1-N1	GE	4,5	3,7	2,9	0,072
		GC	5,5	4,9	5,4	0,421
	P2-N2	GE	8,6	6,6	6,5	0,225
		GC	9,2	10,4	9,2	0,458
	P300	GE	7,1	8,9	6,5	0,349
		GC	10,3	8,7	8,8	0,387
OE	P1-N1	GE	3,6	4,1	3,4	0,658
		GC	4,8	5,3	5,1	0,689
	P2-N2	GE	7,6	7,7	6,9	0,614
		GC	8,3	8,9	8,8	0,897
	P300	GE	7,8	9,4	9,4	0,480
		GC	10,0	11,6	9,4	0,216

Legenda: GE - grupo estudo; M0 - pré adaptação do AASI; M3 - avaliação após 3 meses de uso do AASI; M9 - avaliação após 9 meses de uso do AASI; GC - grupo controle; M0 - avaliação inicial; M3 - avaliação após 3 meses; M9 - avaliação após 9 meses; microvolts - μv ; OD - orelha direita; OE - esquerda.

Nas tabelas 21 e 22 serão descritos os valores médios das latências absolutas e das amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo *tone burst* no GE nos dois últimos momentos da avaliação (M3 e M9), bem como os p-valores obtidos na comparação entre estes dois momentos de avaliação, na condição com AASI.

Tabela 21 - Comparação das latências (em ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo *tone burst* no GE, entre M3 e M9, na condição com AASI, nas orelhas direita e esquerda.

		Estímulo <i>tone burst</i> Latência (ms)	Média	P-valor M3xM9
OD	P1	M3	79,4	0,645
		M9	82,3	
	N1	M3	110,1	0,062
		M9	104,3	
	P2	M3	166,7	0,592
		M9	163,3	
	N2	M3	226,8	p>0,999
		M9	226,8	
	P300	M3	286,1	0,337
		M9	303,1	
OE	P1	M3	84,7	0,933
		M9	85,2	
	N1	M3	109,0	0,947
		M9	109,3	
	P2	M3	162,8	0,762
		M9	161,3	
	N2	M3	277,9	0,107
		M9	220,2	
	P300	M3	297,1	0,677
		M9	288,6	

Legenda: M3 - avaliação após 3 meses de uso do AASI; M9 - avaliação após 9 meses de uso do AASI; DP - desvio padrão; ms - milissegundos; OD - orelha direita; OE - esquerda.

Tabela 22 - Comparação das amplitudes (em μv) P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo *tone burst* no GE, entre M3 e M9, na condição com AASI, nas orelhas direita e esquerda.

Estímulo <i>tone burst</i> Amplitude (μv)			Média	P-valor M3xM9
OD	P1-N1	M3	4,3	0,414
		M9	3,8	
	P2-N2	M3	6,4	0,665
		M9	6,8	
	P300	M3	7,8	0,124
		M9	10,3	
OE	P1-N1	M3	4,2	0,180
		M9	3,6	
	P2-N2	M3	8,1	0,290
		M9	7,0	
	P300	M3	9,8	0,404
		M9	11,0	

Legenda: M3 - avaliação após 3 meses de uso do AASI; M9 - avaliação após 9 meses de uso do AASI; DP - desvio padrão; microvolts - μv ; OD - orelha direita; OE - esquerda.

Parte III: Estudo da presença e ausência dos do PEALL (componentes P1, N1, P2 e N2) com estímulo de fala e estímulo *tone burst* no GE e GC nos três momentos de avaliação (M0, M3 e M9).

Nas tabelas abaixo serão apontadas a presença e ausência dos componentes do PEALL estudados com estímulo de fala (tabela 23) e estímulo *tone burst* (tabela 24) nos grupos GE (considerando a avaliação sem AASI) e GC, nos três momentos da avaliação (M0, M3 e M9). Ressalta-se que para esta análise, as orelhas foram agrupadas totalizando 36 orelhas no GE e 28 no GC.

Tabela 23 - Presença e ausência dos componentes do PEALL com estímulo de fala no GE (sem AASI) e GC, nos três momentos da avaliação (M0, M3 e M9).

M0	P1		N1		P2		N2		P300	
	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A
N= 36 GE	35	1	35	1	36	0	36	0	36	0
N= 28 GC	27	1	27	1	27	1	28	0	28	0
M3	P1		N1		P2		N2		P300	
	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A
N=36 GE	32	4	32	2	36	0	36	0	36	0
N=28 GC	27	1	27	1	27	1	28	0	28	0
M9	P1		N1		P2		N2		P300	
	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A
N=36 GE	35	1	34	2	34	2	35	1	34	2
N=28 GC	28	0	27	1	28	0	27	1	28	0

Legenda: M0 - avaliação inicial; M3 - três meses após a avaliação inicial; M9 - nove meses após a avaliação inicial; GE - grupo estudo; GC - grupo controle; n - número da amostra; P - presença; A - ausência.

Tabela 24 - Presença e ausência dos componentes do PEALL com estímulo *tone burst* no GE (sem AASI) e GC, nos três momentos da avaliação (M0, M3 e M9).

M0	P1		N1		P2		N2		P300	
	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A
N= 36 GE	34	2	30	5	32	4	36	0	35	1
N= 28 GC	28	0	27	1	26	2	28	0	28	0
M3	P1		N1		P2		N2		P300	
	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A
N=36 GE	34	2	32	4	31	5	35	1	36	0
N=28 GC	28	0	28	0	28	0	28	0	28	0
M9	P1		N1		P2		N2		P300	
	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A
N=36 GE	33	3	32	4	32	4	34	2	34	2
N=28 GC	27	1	27	1	26	2	28	0	28	0

Legenda: M0 - avaliação inicial; M3 - três meses após a avaliação inicial; M9 - nove meses após a avaliação inicial; GE - grupo estudo; GC - grupo controle; n - número da amostra; P - presença; A - ausência.

Nas tabelas abaixo serão apontadas a presença e ausência dos componentes do PEALL estudados com estímulo de fala (tabela 25) e estímulo *tone burst* (tabela 26) no grupo GE na condição com AASI, nos dois momentos da avaliação (M3 e M9).

Tabela 25 - Presença e ausência dos componentes do PEALL com estímulo de fala no GE com AASI nos dois momentos de avaliação (M3 e M9).

M3	P1		N1		P2		N2		P300	
	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A
N=36 GE	35	1	35	1	36	0	36	0	36	0
M9	P1		N1		P2		N2		P300	
	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A
N=36 GE	32	4	33	3	33	3	32	4	32	4

Legenda: M0 - avaliação inicial; M3 - três meses após a avaliação inicial; M9 - nove meses após a avaliação inicial; GE - grupo estudo; GC - grupo controle; n - número da amostra; P - presença; A - ausência.

Tabela 26 - Presença e ausência dos componentes do PEALL com estímulo *tone burst* no GE com AASI nos dois momentos da avaliação (M3 e M9).

M3	P1		N1		P2		N2		P300	
	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A
N=36 GE	32	4	36	0	35	1	34	2	35	1
M9	P1		N1		P2		N2		P300	
	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A
N=36 GE	30	6	32	4	34	2	32	4	32	4

Legenda: M0 - avaliação inicial; M3 - três meses após a avaliação inicial; M9 - nove meses após a avaliação inicial; GE - grupo estudo; GC - grupo controle; n - número da amostra; P - presença; A - ausência.

Parte IV: Correlação entre o tempo de privação sensorial (em anos) e as latências e amplitudes dos PEALL (componentes P1, N1, P2, N2 e P300) com estímulo de fala e estímulo tone burst obtidos no GE, no momento M9 (após nove meses de uso da amplificação), nas condições sem e com AASI, nas orelhas direita e esquerda.

Nas tabelas 27 a 30 serão descritos os valores de correlação entre o tempo de privação sensorial e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo de fala, considerando o momento M9 de avaliação, nas condições sem e com AASI, para as orelhas direita e esquerda.

Tabela 27 - Correlação entre o tempo de privação sensorial e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo de fala no GE, no momento M9, na condição sem AASI na orelha direita.

Variáveis	r	P
AMPLITUDE		
Tempo de privação sensorial e P1-N1*	-0,242	0,385
Tempo de privação sensorial e P2-N2*	-0,160	0,569
Tempo de privação sensorial e P300*	-0,235	0,400
LATÊNCIA		
Tempo de privação sensorial e P1*	-0,263	0,326
Tempo de privação sensorial e N1*	-0,402	0,138
Tempo de privação sensorial e P2*	-0,284	0,305
Tempo de privação sensorial e N2*	0,119	0,661
Tempo de privação sensorial e P300*	-0,080	0,778

*Correlação de Pearson

**Correlação de Spearman

Tabela 28 - Correlação entre o tempo de privação sensorial e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo de fala no GE, no momento M9, na condição sem AASI na orelha esquerda.

Variáveis	r	P
AMPLITUDE		
Tempo de privação sensorial e P1-N1*	-0,289	0,296
Tempo de privação sensorial e P2-N2**	-0,462	0,071
Tempo de privação sensorial e P300*	-0,454	0,077
LATÊNCIA		
Tempo de privação sensorial e P1*	-0,049	0,863
Tempo de privação sensorial e N1*	-0,160	0,553
Tempo de privação sensorial e P2*	0,162	0,550
Tempo de privação sensorial e N2*	-0,380	0,142
Tempo de privação sensorial e P300**	0,173	0,522

*Correlação de Pearson

**Correlação de Spearman

Tabela 29 - Correlação entre o tempo de privação sensorial e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo de fala no GE, no momento M9, na condição com AASI na orelha direita.

Variáveis	r	P
AMPLITUDE		
Tempo de privação sensorial e P1-N1**	-0,231	0,407
Tempo de privação sensorial e P2-N2*	-0,019	0,947
Tempo de privação sensorial e P300*	-0,312	0,257
LATÊNCIA		
Tempo de privação sensorial e P1**	-0,400	0,139
Tempo de privação sensorial e N1*	0,429	0,111
Tempo de privação sensorial e P2**	-0,128	0,649
Tempo de privação sensorial e N2*	0,370	0,175
Tempo de privação sensorial e P300*	0,079	0,781

*Correlação de Pearson

**Correlação de Spearman

Tabela 30 - Correlação entre o tempo de privação sensorial e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo de fala no GE, no momento M9, na condição com AASI na orelha esquerda.

Variáveis	r	P
AMPLITUDE		
Tempo de privação sensorial e P1-N1**	0,123	0,663
Tempo de privação sensorial e P2-N2*	-0,271	0,310
Tempo de privação sensorial e P300*	-0,368	0,161
LATÊNCIA		
Tempo de privação sensorial e P1**	-0,347	0,206
Tempo de privação sensorial e N1*	-0,246	0,376
Tempo de privação sensorial e P2**	0,215	0,424
Tempo de privação sensorial e N2*	0,197	0,465
Tempo de privação sensorial e P300*	0,00004	0,999

*Correlação de Pearson

**Correlação de Spearman

Nas tabelas 31 a 34 serão descritos os valores de correlação entre o tempo de privação sensorial e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo *tone burst*, considerando o momento M9 de avaliação, nas condições sem e com AASI, para as orelhas direita e esquerda.

Tabela 31 - Correlação entre o tempo de privação sensorial e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo *tone burst* no GE, no momento M9, na condição sem AASI na orelha direita.

Variáveis	r	P
AMPLITUDE		
Tempo de privação sensorial e P1-N1**	0,001	0,997
Tempo de privação sensorial e P2-N2*	-0,320	0,264
Tempo de privação sensorial e P300*	0,109	0,688
LATÊNCIA		
Tempo de privação sensorial e P1*	-0,039	0,889
Tempo de privação sensorial e N1*	-0,166	0,554
Tempo de privação sensorial e P2*	-0,210	0,470
Tempo de privação sensorial e N2*	0,044	0,872
Tempo de privação sensorial e P300*	-0,244	0,363

*Correlação de Pearson

**Correlação de Spearman

Tabela 32 - Correlação entre o tempo de privação sensorial e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo *tone burst* no GE, no momento M9, na condição sem AASI na orelha esquerda.

Variáveis	r	P
AMPLITUDE		
Tempo de privação sensorial e P1-N1*	-0,146	0,605
Tempo de privação sensorial e P2-N2*	-0,402	0,154
Tempo de privação sensorial e P300*	0,031	0,909
LATÊNCIA		
Tempo de privação sensorial e P1*	-0,117	0,667
Tempo de privação sensorial e N1*	-0,045	0,875
Tempo de privação sensorial e P2*	-0,005	0,987
Tempo de privação sensorial e N2*	0,005	0,986
Tempo de privação sensorial e P300**	0,109	0,686

*Correlação de Pearson

**Correlação de Spearman

Tabela 33 - Correlação entre o tempo de privação sensorial e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo *tone burst* no GE, no momento M9, na condição com AASI na orelha direita.

Variáveis	r	P
AMPLITUDE		
Tempo de privação sensorial e P1-N1**	-0,128	0,663
Tempo de privação sensorial e P2-N2*	-0,067	0,813
Tempo de privação sensorial e P300*	-0,655	*0,006
LATÊNCIA		
Tempo de privação sensorial e P1*	-0,292	0,292
Tempo de privação sensorial e N1**	-0,176	0,530
Tempo de privação sensorial e P2*	0,359	0,189
Tempo de privação sensorial e N2*	-0,068	0,803
Tempo de privação sensorial e P300*	-0,255	0,341

*Correlação de Pearson

**Correlação de Spearman

Tabela 34 - Correlação entre o tempo de privação sensorial e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo *tone burst* no GE, no momento M9, na condição com AASI na orelha esquerda.

Variáveis	r	P
AMPLITUDE		
Tempo de privação sensorial e P1-N1**	-0,326	0,256
Tempo de privação sensorial e P2-N2*	-0,135	0,631
Tempo de privação sensorial e P300**	0,461	0,072
LATÊNCIA		
Tempo de privação sensorial e P1*	-0,154	0,583
Tempo de privação sensorial e N1*	-0,200	0,475
Tempo de privação sensorial e P2*	0,157	0,577
Tempo de privação sensorial e N2*	-0,027	0,921
Tempo de privação sensorial e P300**	-0,297	0,265

*Correlação de Pearson

**Correlação de Spearman

Parte V: Correlação entre a frequência de uso do AASI (em horas) e as latências e amplitudes dos PEALL (componentes P1, N1, P2, N2 e P300) com estímulo de fala e estímulo tone burst obtidos no GE, no momento M9 (após nove meses de uso da amplificação), nas condições sem e com AASI, nas orelhas direita e esquerda.

Nas tabelas 35 a 38 serão descritos os valores de correlação entre a frequência de uso do AASI e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo de fala, considerando o momento M9 de avaliação, nas condições sem e com AASI, para as orelhas direita e esquerda.

Tabela 35 - Correlação entre a frequência de uso do AASI e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo de fala no GE, no momento M9, na condição sem AASI na orelha direita.

Variáveis	r	P
AMPLITUDE		
Diário sonoro e P1-N1**	-0,370	0,175
Diário sonoro e P2-N2**	-0,027	0,923
Diário sonoro e P300**	0,015	0,959
LATÊNCIA		
Diário sonoro e P1**	0,131	0,628
Diário sonoro e N1**	0,092	0,745
Diário sonoro e P2**	-0,106	0,707
Diário sonoro e N2**	-0,419	0,107
Diário sonoro e P300**	0,380	0,162

*Correlação de Pearson

**Correlação de Spearman

Tabela 36 - Correlação entre a frequência de uso do AASI e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo de fala no GE, no momento M9, na condição sem AASI na orelha esquerda.

Variáveis	r	P
AMPLITUDE		
Diário sonoro e P1-N1**	-0,241	0,387
Diário sonoro e P2-N2**	-0,151	0,578
Diário sonoro e P300**	-0,225	0,402
LATÊNCIA		
Diário sonoro e P1**	-0,043	0,880
Diário sonoro e N1**	-0,179	0,507
Diário sonoro e P2**	0,028	0,917
Diário sonoro e N2**	0,162	0,536
Diário sonoro e P300**	0,437	0,090

*Correlação de Pearson

**Correlação de Spearman

Tabela 37 - Correlação entre a frequência de uso do AASI e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo de fala no GE, no momento M9, na condição com AASI na orelha direita.

Variáveis	r	P
AMPLITUDE		
Diário sonoro e P1-N1**	0,101	0,720
Diário sonoro e P2-N2**	-0,183	0,514
Diário sonoro e P300**	-0,147	0,601
LATÊNCIA		
Diário sonoro e P1**	0,015	0,957
Diário sonoro e N1**	-0,044	0,878
Diário sonoro e P2**	0,104	0,713
Diário sonoro e N2**	-0,146	0,603
Diário sonoro e P300**	0,236	0,398

*Correlação de Pearson

**Correlação de Spearman

Tabela 38 - Correlação entre a frequência de uso do AASI e as latências absolutas e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo de fala no GE, no momento M9, na condição com AASI na orelha esquerda.

Variáveis	r	P
AMPLITUDE		
Diário sonoro e P1-N1**	-0,215	0,442
Diário sonoro e P2-N2**	-0,535	*0,033
Diário sonoro e P300**	-0,455	0,077
LATÊNCIA		
Diário sonoro e P1**	-0,223	0,425
Diário sonoro e N1**	-0,074	0,793
Diário sonoro e P2**	0,218	0,417
Diário sonoro e N2**	-0,005	0,985
Diário sonoro e P300**	-0,028	0,917

*Correlação de Pearson

**Correlação de Spearman

Nas tabelas 39 a 42 serão descritos os valores de correlação entre a frequência de uso do AASI e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo *tone burst*, considerando o momento M9 de avaliação, nas condições sem e com AASI, para as orelhas direita e esquerda.

Tabela 39 - Correlação entre a frequência de uso do AASI e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo *tone burst* no GE, no momento M9, na condição sem AASI na orelha direita.

Variáveis	r	P
AMPLITUDE		
Diário sonoro e P1-N1**	0,094	0,750
Diário sonoro e P2-N2**	-0,139	0,636
Diário sonoro e P300**	0,403	0,122
LATÊNCIA		
Diário sonoro e P1**	0,579	*0,024
Diário sonoro e N1**	-0,029	0,918
Diário sonoro e P2**	0,002	0,994
Diário sonoro e N2**	0,078	0,773
Diário sonoro e P300**	0,203	0,451

*Correlação de Pearson

**Correlação de Spearman

Tabela 40 - Correlação entre a frequência de uso do AASI e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo *tone burst* no GE, no momento M9, na condição sem AASI na orelha esquerda.

Variáveis	r	P
AMPLITUDE		
Diário sonoro e P1-N1**	-0,002	0,995
Diário sonoro e P2-N2**	-0,206	0,480
Diário sonoro e P300**	0,183	0,496
LATÊNCIA		
Diário sonoro e P1**	0,129	0,633
Diário sonoro e N1**	0,288	0,297
Diário sonoro e P2**	0,362	0,203
Diário sonoro e N2**	0,093	0,733
Diário sonoro e P300**	0,470	0,066

*Correlação de Pearson

**Correlação de Spearman

Tabela 41 - Correlação entre a frequência de uso do AASI e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo *tone burst* no GE, no momento M9, na condição com AASI na orelha direita.

Variáveis	r	P
AMPLITUDE		
Diário sonoro e P1-N1**	-0,282	0,328
Diário sonoro e P2-N2**	-0,223	0,425
Diário sonoro e P300**	0,161	0,551
LATÊNCIA		
Diário sonoro e P1**	0,099	0,725
Diário sonoro e N1**	0,010	0,972
Diário sonoro e P2**	0,434	0,106
Diário sonoro e N2**	0,122	0,653
Diário sonoro e P300**	0,090	0,742

*Correlação de Pearson

**Correlação de Spearman

Tabela 42 - Correlação entre a frequência de uso do AASI e as latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo *tone burst* no GE, no momento M9, na condição com AASI na orelha esquerda.

Variáveis	r	p
AMPLITUDE		
Diário sonoro e P1-N1**	-0,489	0,076
Diário sonoro e P2-N2**	-0,355	0,194
Diário sonoro e P300**	0,118	0,664
LATÊNCIA		
Diário sonoro e P1**	0,225	0,420
Diário sonoro e N1**	0,049	0,862
Diário sonoro e P2**	0,572	*0,026
Diário sonoro e N2**	0,214	0,425
Diário sonoro e P300**	0,134	0,620

*Correlação de Pearson

**Correlação de Spearman

DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

A perda auditiva na infância pode trazer prejuízos no desenvolvimento de fala e linguagem, principalmente nos casos em que o diagnóstico audiológico e a intervenção ocorreram tardiamente. Na literatura, encontramos vários estudos que relatam sobre a importância do diagnóstico e intervenção precoces nesta população com o intuito de minimizar o impacto no desenvolvimento auditivo e linguístico da criança (JCIH, 2007; Theunissen e Swanepoel, 2008; Yoshinaga-Itano, 2003,1995).

Sabemos que quanto mais tarde se inicia a intervenção em crianças com deficiência auditiva, maior é o período de privação sensorial. O fato da via auditiva não receber o estímulo de maneira adequada pode comprometer o período da plasticidade neural auditiva, que de acordo com Marinque et al. (1999), compreende os primeiros seis anos de vida da criança. Os autores relatam, ainda, que a restauração da perda da plasticidade neural com a introdução da estimulação auditiva por meio de sistemas de amplificação pode ficar comprometida quando iniciada após este período. No que diz respeito ao grupo de crianças com deficiência auditiva participantes deste estudo, as mesmas não tiveram contato com qualquer tipo de intervenção antes dos sete anos de idade.

Sabe-se que em crianças com perda auditiva é recomendada a adaptação de dispositivos eletrônicos (AASI/IC). Com relação ao processo de seleção e adaptação de AASI na população infantil, a literatura aponta para a necessidade da utilização de um protocolo ideal que atenda às necessidades linguísticas e cognitivas da criança (Seewald et al., 1999; AAA, 2013).

O acompanhamento de crianças usuárias de AASI é um aspecto importante neste processo para assegurar a audibilidade consistente dos sons com o uso do dispositivo ao longo do tempo. A AAA (2013) reforça que, além da observação clínica e comportamental, a verificação da amplificação por meio das medidas com microfone sonda determina se o AASI desempenha o padrão desejado de amplificação.

Com a finalidade de monitorar a via auditiva central ao longo do tempo, os PEALL se tornaram uma importante ferramenta clínica que permite mensurar a plasticidade do sistema nervoso auditivo central após estimulação auditiva em usuários de dispositivos eletrônicos (AASI / IC). De acordo com Golding et al. (2007), a avaliação dos PEACs é uma medida objetiva que permite mensurar o nível de plasticidade da via auditiva central, sendo que estes podem ser utilizados como ferramenta para fornecer evidências da detecção de fala a nível cortical em crianças usuárias de AASI.

Sendo assim, o registro dos PEALL no grupo de crianças com perda auditiva neurossensorial de grau leve a moderado do presente estudo enfatiza a importância da utilização destes potenciais em indivíduos com deficiência auditiva para avaliar a via auditiva central, bem como para monitorar a estimulação da mesma frente à intervenção terapêutica (Kraus e McGee, 1999; Glista et al., 2012; Mirahant e Nithreen, 2012).

Vale ressaltar que o grau da perda auditiva pode influenciar na captação destes potenciais quando sem o auxílio da amplificação, principalmente nos casos de perdas auditivas mais intensas, sendo este o motivo pelo qual se estabeleceu como critério de inclusão do grupo estudo o grau da perda auditiva de leve a moderado. Estes aspectos também foram mencionados em diversos estudos na literatura, demonstrando que quanto maior a perda de audição, menor a possibilidade de detecção do som na avaliação do PEALL (Martin et al., 2007; Hoshii, 2010; Freitas, 2014).

No presente estudo foram analisados os valores de latência dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 e os valores das amplitude P1-N1, P2-N2 e P300 dos PEALL obtidos com estímulo de fala e estímulo *tone burst*, no GE e GC, em três momentos distintos de avaliação (no GE pré, três e nove meses - após o uso da amplificação - M0, M3 e M9 - nas condições com e sem AASI, e no GC respeitando o mesmo intervalo de tempo do GE, ou seja, na avaliação inicial, três meses e nove meses após a avaliação inicial -M0, M3 e M9), nas orelhas direita e esquerda.

Os resultados apontaram diferenças estatisticamente significantes entre as orelhas direita e esquerda para alguns componentes dos PEALL, tanto no GE quanto no GC. No GE observou-se, para o estímulo de fala e na condição sem AASI, diferença estatisticamente significante nas latências dos componentes P2 e N2 em M3 (maiores latências para OE) e na latência do componente N2 em M9 (maior latência para OD) (Tabela 3), bem como menor amplitude P1-N1 em M3 para OD (Tabela 4). Ainda em relação ao GE observou-se, para o estímulo *tone burst* e na condição sem AASI, diferença estatisticamente significante nas latências dos componentes P1 e N1 em M0 e na latência de P1 em M3 (maiores latências para OE - Tabela 7), bem como menor amplitude do P300 em M9 para OD (Tabela 8). Verificou-se, também, para o GE na condição com AASI com o estímulo *tone burst*, menor amplitude P2-N2 em M3 para OD (Tabela 10).

Por sua vez no GC também pode-se observar, para o estímulo de fala, diferença estatisticamente significante na amplitude do P300 em M0 e M3, com valores menores de amplitude para OD (Tabela 12). Para o estímulo *tone burst* verificou-se diferença estatisticamente significante nas latências dos componentes N1 em M0 e N2 em M3 (maiores latências para OD - Tabela 13), bem como menor amplitude do P300 em M3 para OD (Tabela 14).

Tendo em vista estas diferenças encontradas nas latências e amplitudes dos PEALL entre as orelhas direita e esquerda, nos dois grupos estudados e para os diferentes estímulos utilizados, a comparação dos valores de latência e amplitude entre os diferentes momentos da avaliação foi realizada, em cada grupo estudado, separadamente por orelha.

Para o estímulo *tone burst*, no GE (condição sem AASI) observou-se diferença estatisticamente significante, entre os três momentos de avaliação (M0xM3xM9), para a latência de P1 na OE e latência do P300 na OD, com diminuição da latência ao longo do tempo. Na comparação dos momentos de avaliação dois a dois, para o componente P1 a diferença significante deu-se entre os momentos M0xM9 (p-valor=0,022), e para o componente P300 entre M0xM3 (p-valor=0,013) (Tabela 19). Por sua vez, no GC na OE verificou-se diferença significante na latência do componente P1 entre M0xM3xM9, com

diminuição da latência entre M0xM3 (p-valor=0,042) e aumento da mesma entre M3xM9 (p-valor=0,048) (Tabela 19). Cabe ressaltar que, em relação à amplitude dos PEALL, não foi observada diferença significativa entre os três momentos de avaliação para o GE nas condições sem AASI (Tabela 20) e com AASI (Tabelas 21 e 22).

Com relação ao estímulo de fala, na comparação das latências dos componentes do PEALL nos GE (condição sem AASI) e GC, entre os três momentos da avaliação (M0, M3 e M9), pode-se observar uma diminuição estatisticamente significativa nas latências dos componentes P2 (p-valor=0,010) e N2 (p-valor=0,007) (OE) entre os momentos M3 e M9 no GE, assim como no GC um aumento significativo da latência do componente P2 entre M0 e M3 (p-valor=0,005) também na OE (Tabela 15). Quanto à amplitude P2-N2, esta apresentou uma diminuição estatisticamente significativa entre o momento M0 e M9 (p-valor=0,042) no GC (OD), como podemos verificar na tabela 16. Para os demais componentes (latências e amplitudes) não foi observado diferença estatisticamente significativa entre os diferentes momentos da avaliação tanto no GE quanto no GC, assim como na avaliação do GE na condição com AASI (tabela 17 e 18).

Sabe-se que a variável latência está diretamente relacionada com a velocidade da transmissão da informação acústica, e que a amplitude refere-se ao número de neurônios que estão sendo ativados (Hall, 2006). Sendo assim, os resultados obtidos no presente estudo, em relação à diminuição da latência de alguns componentes do PEALL frente à estimulação via amplificação, tanto para o estímulo de fala como para o *tone burst*, revelam uma melhora na velocidade de transmissão do estímulo acústico, demonstrando que ocorreu provavelmente uma neuroplasticidade da via auditiva pelo uso do AASI no GE. Tal fato não foi visualizado no GC, no qual a maioria dos componentes do PEALL manteve-se com latências estáveis ao longo dos nove meses de avaliação.

Desta forma, no que se refere a utilização dos PEALL para avaliar a função auditiva ao longo do tempo, pode-se observar no presente estudo que os componentes P1, N1, P2, N2 e P300 permitem acompanhar, de maneira objetiva, a plasticidade neural da via auditiva central em crianças deficientes auditivas frente ao uso de amplificação sonora, corroborando diversos estudos na literatura que, por meio da análise da morfologia e dos valores de latência e amplitude das ondas, demonstram ser este potencial um importante marcador do desenvolvimento da via auditiva central após estimulação (Sharma et al., 2005; Souza e Tremblay, 2006; Dorman et al., 2007; Gilley et al., 2007).

Este tipo de avaliação longitudinal revela a importância do estudo dos PEALL para monitorar a via auditiva após intervenção terapêutica (neste caso frente ao uso do AASI) e também para verificar o processo maturacional, investigando desta forma a ocorrência da plasticidade neuronal ao longo do tempo. De acordo com Grafman (2000) e Cramer et al. (2011) a plasticidade neuronal refere-se às modificações que ocorrem na atividade neural após um período de estimulação auditiva, revelando desta forma a capacidade do sistema nervoso central em reorganizar suas estruturas, funções e conexões em resposta a estímulos intrínsecos e extrínsecos.

Sabe-se que a estimulação sensorial da audição via AASI e/ou IC em crianças deficientes auditivas promove modificações morfológicas e funcionais no SNAC como o aumento do número de neurônios responsivos e da ramificação dendrítica, aumento da mielinização neuronal e melhora nas conexões e sincronizações sinápticas (Fallon et al., 2009; Jang et al., 2010; Kral e Sharma, 2012), sendo que estas modificações anatomofisiológicas podem ser visualizadas por meio da análise das latências, amplitudes e morfologia dos PEALL.

Ressalta-se que no presente estudo não foi realizada a comparação entre os diferentes tipos de estímulo acústico (*fala x tone burst*) pois a literatura especializada já refere diferenças nas latências e amplitudes dos componentes dos PEALL de acordo com o estímulo empregado. Segundo Swink e Stuart (2012), os componentes dos PEALL apresentam menores valores de latência ao ser utilizado o estímulo *tone burst* quando comparado ao estímulo de fala,

mesmo em indivíduos com audição normal, devido as diferenças das características acústicas entre os estímulos.

No estudo da presença e ausência dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo de fala no GE na condição sem AASI e GC (Tabela 23) observou-se que no GC houve pouca variação entre a presença e ausência dos componentes comparando os diferentes momentos de avaliação (com predomínio de presença de respostas); porém no GE, apesar de um maior número de respostas presentes, ocorreu um número maior de ausência dos componentes P1 e N1 no momento M3 e dos componentes N1, P2 e P300 no momento M9, quando comparado com o GC. Com relação ao estímulo *tone burst* (Tabela 24), pode-se observar também um predomínio de presença de respostas nos dois grupos avaliados, sendo que o GE apresentou um maior número de ausência de respostas quando comparado ao GC principalmente para os componentes N1 e P2, nos diferentes momentos de avaliação.

Sabe-se que, em crianças com audição normal, os componentes P1 e N2 dos PEALL são os primeiros a aparecerem, sendo que com a maturação surgem os componentes intermediários N1 e P2 (Ceponiene et al., 2002). O fato de, no presente estudo, haver um maior número de respostas ausentes para os componentes N1 e P2 no GE quando comparado ao GC (Tabela 24) sugere um atraso maturacional na via auditiva central decorrente, provavelmente, da privação sensorial, corroborando o estudo de Koravand et al. (2012).

Na avaliação do GE com AASI em M3 e M9 (Tabelas 25 e 26), no que se refere a ausência e presença dos componentes do PEALL, tanto para o estímulo de fala quanto para o estímulo *tone burst*, ocorreu um aumento no número de ausência de todos os componentes dos PEALL no momento M9 quando comparado com o momento M3 da avaliação.

O fato de o GC apresentar um predomínio de respostas presentes e pouca variação na ausência dos componentes dos PEALL, nos três momentos da avaliação, pode estar relacionado a integridade da via auditiva das crianças deste grupo. Segundo Rocha et al. (2010), quando a via auditiva está íntegra, na presença de um estímulo acústico, esta apresenta uma quantidade maior de

neurônios ativados nos sítios geradores. Por sua vez, na presença de uma perda auditiva, a ausência de estimulação acústica provocaria um atraso na maturação da via auditiva e no desenvolvimento normal, prejudicando as conectividades que são necessárias para constituir um sistema auditivo funcional (Sharma et al., 2007). Este fator poderia justificar os achados encontrados referentes a uma maior ausência de respostas no GE, no que diz respeito aos componentes dos PEALL.

Convém ressaltar que a maior porcentagem de respostas ausentes no GE foi observada, principalmente, ao ser utilizado o estímulo *tone burst* (Tabela 26). Este achado talvez possa ser justificado pela natureza do estímulo acústico empregado. O estímulo de fala, por ser mais longo e complexo, ativa uma maior quantidade de neurônios e gera uma resposta maior da via auditiva. Por sua vez o estímulo *tone burst*, por ser mais curto e simples, ativa uma menor quantidade de neurônios e gera uma resposta menos intensa da via auditiva, dificultando algumas vezes a visualização de respostas presentes, principalmente em indivíduos com perda auditiva que foi a população avaliada no presente estudo.

Outra análise realizada no GE foi a correlação do tempo de privação sensorial (em anos) e da frequência de uso do AASI (em horas) com as latências e amplitudes dos PEALL (componentes P1, N1, P2, N2 e P300) com estímulo de fala e estímulo *tone burst*, no momento M9 (após nove meses de uso da amplificação), nas condições sem e com AASI, nas orelhas direita e esquerda.

No que diz respeito à correlação entre o tempo de privação sensorial e os componentes do PEALL (latência e amplitude) obtidos com estímulo de fala e estímulo *tone burst*, não foram observadas correlações estatisticamente significantes, exceto para o estímulo *tone burst* na OD (condição com AASI) no qual observou correlação estatisticamente significativa entre tempo de privação sensorial e amplitude do P300 (p -valor=0,006 - Tabela 33). Nesta análise verificou-se que, quanto maior o tempo de privação sensorial, menor a amplitude do P300 ($r = -0,655$).

Observou-se também uma correlação próxima ao valor de significância (tendência - p -valor=0,07) para as amplitudes dos componentes P2-N2 e P300 com estímulo de fala na OD (condição sem AASI - Tabela 28), sendo que quanto maior o tempo de privação sensorial, menor a amplitude do P300 ($r = -0,462$ e $r = -0,454$, respectivamente).

Tais resultados corroboram os estudos de Ponton et al. (1996), Sharma et al. (2005) e Koravand et al. (2012) que sugerem quanto maior o período de privação auditiva, menos estimulada será a via auditiva central, ocasionando um prolongamento das latências e uma redução das amplitudes dos componentes dos PEALL. Torna-se importante enfatizar que quanto menor o tempo de privação sensorial menor o prejuízo causado na via auditiva, e quanto maior o tempo de privação auditiva maior a influência nos resultados dos PEALL, tanto com relação à presença e ausência dos componentes como no que diz respeito à latência e amplitude dos mesmos.

Vale ressaltar que o período de privação sensorial do grupo de crianças aqui estudadas variou consideravelmente, de um a onze anos de idade, fato este que pode ter interferido na visualização de respostas mais consistentes.

No estudo da correlação entre a frequência de uso do AASI e as latências e amplitudes dos PEALL (componentes P1, N1, P2, N2 e P300) com estímulos de fala e *tone burst* no momento M9, nas condições sem e com AASI nas OD e OE, observou-se correlação estatisticamente significativa entre frequência de uso do AASI e amplitude P2-N2 (p -valor=0,033 - para o estímulo de fala na condição com AASI na OE - Tabela 38), entre frequência de uso do AASI e latência do componente P1 (p -valor=0,024 - para o estímulo *tone burst* na condição sem AASI na OD - Tabela 39) e entre frequência de uso do AASI e latência do componente P2 (p -valor=0,0326 - para o estímulo *tone burst* na condição com AASI na OE - Tabela 42). Nestas duas últimas análises verificou-se que, quanto maior a frequência de uso do AASI, maior a latência de P1 e de P2 ($r = 0,579$ e $r = 0,572$ respectivamente).

Tais resultados não eram esperados, tendo em vista que a literatura especializada demonstra que, quanto maior a frequência e tempo de uso da amplificação, mais consistente é a introdução do estímulo na via auditiva e maiores são as evidências relacionadas às mudanças corticais, ou seja, melhores serão as respostas obtidas nos PEALL (Hassaan, 2011). No estudo de Hoshii (2010) foi evidenciado que quanto menos o indivíduo usou AASI, mais alterado mostrou-se o registro dos potenciais, dados que estão de acordo com Kileny (2007), Sharma (2005), Golding et al. (2007).

Vale ressaltar que nesta análise de correlação não se levou em consideração simultaneamente o tempo de privação sensorial e a frequência de uso do AASI, aspecto este que poderia ter influenciado nos resultados obtidos.

Torna-se importante enfatizar que as crianças do presente estudo foram acompanhadas auditivamente apenas durante um período de 9 meses de uso da amplificação. Talvez se este acompanhamento tivesse sido mais prolongado (acima de 9 meses) poderíamos ter visualizado uma diminuição na ausência de respostas de alguns dos componentes dos PEALL, bem como uma correlação mais significativa das latências e amplitudes dos componentes dos PEALL com o tempo de privação sensorial e a frequência de uso do AASI. Outro aspecto que também pode ter influenciado para a não visualização de diferenças mais significativas entre os três momentos de avaliação foi o número de participantes na amostra.

Outras pesquisas com PEALL em crianças deficientes auditivas usuárias de AASI são necessárias para aprimorar a sua utilização clínica na população infantil, com o intuito de monitorar a via auditiva ao longo do tempo e investigar a ocorrência de plasticidade neuronal a partir do uso da amplificação.

CONCLUSÃO

7 CONCLUSÃO

A análise dos PEALL demonstrou ser uma ferramenta clínica viável na avaliação de crianças com perda auditiva neurossensorial de grau leve a moderado usuárias de AASI, permitindo monitorar e mensurar a plasticidade neuronal do Sistema Nervoso Auditivo Central após um período de estimulação auditiva. Observou-se em crianças usuárias de AASI:

- maior ocorrência de ausência dos componentes N1 e P2 dos PEALL com estímulo *tone burst* (condição sem AASI) ao longo de nove meses de uso da amplificação;
- diminuição das latências dos componentes P1 e P300 obtidos com estímulo *tone burst* (condição sem AASI) e dos componentes P2 e N2 obtido com estímulo de fala (condição sem AASI) ao longo de nove meses de uso da amplificação;
- correlação significativa entre o tempo de privação sensorial e as amplitudes P2-N2 e P300 dos PEALL para os estímulos de fala e *tone burst* (nas condições sem e com AASI) após nove meses de uso da amplificação.

ANEXOS

ANEXO A - Aprovação da Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo



Hospital das Clínicas da FMUSP
Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa
CAPPesq

Nº Protocolo: 0474/11

Título: ESTUDO DOS POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS DE LONGA LATÊNCIA EM CRIANÇAS PRÉ E PÓS ADAPTAÇÃO DO APARELHO DE AMPLIFICAÇÃO SONORA INDIVIDUAL

Pesquisador Responsável: Carla Gentile Matas

Pesquisador Executante: Jeziela Cristina Raimundo

Finalidade Acadêmica: Doutorado

Departamento: FISIOTERAPIA, FONOAUDIOLOGIA E TERAPIA OCUPACIONAL

A Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa – CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, **APROVOU / TOMOU CIÊNCIA** na sessão datada de 08/08/2012, do(s) documento(s) abaixo mencionado(s):

•Carta datada de 25.06.12 - Comunicado que o projeto será tese de doutorado da aluna Jeziela Cristina Raimundo

A CAPPesq em obediência à Resolução CNS 196/96, solicita ao pesquisador (a) s elaboração de relatório parcial e final.

No caso de relatório parcial é necessário informar o tempo previsto para a conclusão do protocolo e breve resumo dos resultados obtidos.

CAPPesq, 10 de Agosto de 2012

PROF. DR. LUIZ EUGÊNIO GARCEZ LEME
Coordenador
Comissão de Ética para Análise de
Projetos de Pesquisa - CAPPesq

ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE
SÃO PAULO-HCFMUSP

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(GRUPO ESTUDO OU PESQUISA)

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. NOME:.....
DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº :..... SEXO : M F
DATA NASCIMENTO:...../...../.....
ENDEREÇO.....Nº.....
APTO:..... BAIRRO:..... CIDADE:.....
CEP:..... TELEFONE:DDD (.....).....

2. RESPONSÁVEL LEGAL.....
NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.)
DOCUMENTO DE IDENTIDADE :.....SEXO: M F
DATA NASCIMENTO:...../...../.....
ENDEREÇO:.....Nº.....
APTO:..... BAIRRO:..... CIDADE:.....
CEP:..... TELEFONE:DDD (.....).....

DADOS SOBRE A PESQUISA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: Estudo dos potenciais evocados auditivos de longa latência em crianças pré e pós-adaptação do aparelho de amplificação sonora individual
2. PESQUISADOR : Carla Gentile Matas
CARGO/FUNÇÃO: Docente. INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº 04927
UNIDADE DO HCFMUSP: Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da FMUSP
3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA: RISCO MÍNIMO RISCO MÉDIO
RISCO BAIXO RISCO MAIOR
4. DURAÇÃO DA PESQUISA : 24 meses

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP

A audição é o principal sentido responsável pela aquisição da fala e linguagem da criança. O déficit desta função pode provocar prejuízo não só no desenvolvimento da linguagem, mas também, no aspecto social, emocional e cognitivo. A avaliação audiológica completa permite a detecção de perdas auditivas e a escolha de condutas apropriadas.

O uso combinado de testes audiológicos comportamentais e eletrofisiológicos torna-se imprescindível, tanto para a obtenção de resultados audiológicos mais fidedignos, como para a avaliação dos benefícios da amplificação sonora em crianças portadoras de deficiência auditiva, verificando-se o efeito da estimulação auditiva no sistema nervoso auditivo central com o uso de Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI).

Esta pesquisa tem como objetivo caracterizar e comparar os potenciais evocados auditivos de longa latência (PEALL) em crianças com perda auditiva neurossensorial, pré e pós-adaptação do Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI). Para termos um padrão de normalidade o mesmo estudo será realizado com estudantes ouvintes sem queixas auditivas e de linguagem.

A pesquisa será desenvolvida no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Potenciais Evocados Auditivos do Curso de Fonoaudiologia do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

O estudante participante desta pesquisa realizará gratuitamente uma avaliação audiológica completa. Esta compreenderá: otoscopia, avaliação audiológica convencional (audiometria tonal e medidas de imitância acústica), potenciais evocados auditivos de curta (PEATE) e longa latência (PEALL) e avaliação da percepção de fala. Todos os procedimentos audiológicos e eletrofisiológicos descritos anteriormente, serão realizados em três momentos (avaliação inicial, após 3 meses e após 9 meses da avaliação inicial) para avaliar o aspecto maturacional das vias auditivas centrais.

Deve ficar claro que esta pesquisa não trará nenhum risco à saúde de seu (sua) filho (a). Em nenhum momento será divulgado o nome de seu (sua) filho (a). Os resultados desta pesquisa serão utilizados apenas em Congressos e/ou revistas científicas para ajudar outras pessoas interessadas em desenvolver trabalhos com usuários de Aparelho de Amplificação Sonora Individual.

Para participar do estudo, entrar em contato pelo **Telefone 3091- 8411** de segunda-feira (das 9hs às 17hs), quarta-feira (das 9hs às 11hs) e sexta-feira (das 9hs às 17hs), falar com Bárbara.

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é a Profª Dra. Carla Gentile Matas, que pode ser encontrada no endereço: Rua Cipotânea, nº 51 - Cidade Universitária - Telefone 3091- 8411. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) - Rua Ovídio Pires de Campos, 225 - 5º andar - tel: 3069-6442 ramais 16, 17, 18 ou 20, FAX: 3069-6442 ramal 26 - E-mail: cappesq@hcnet.usp.br.

É garantida a liberdade da retirada do seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo para seu filho.

Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à participação de seu filho. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

Em caso de dano pessoal, diretamente causado pelos procedimentos ou tratamentos propostos neste estudo (nexo causal comprovado), seu filho terá o direito a tratamento médico na Instituição.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo **“ESTUDO DOS POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS DE LONGA LATÊNCIA EM CRIANÇAS PRÉ E PÓS ADAPTAÇÃO DO APARELHO DE AMPLIFICAÇÃO SONORA INDIVIDUAL”**.

Eu discuti com a Dra Carla Gentile Matas sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que a participação de meu filho é isenta de despesas e que ele tem garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente na participação de meu filho neste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que meu filho possa ter adquirido, ou no atendimento neste Serviço.

Assinatura do paciente/representante legal

Data: ___/___/___

Assinatura da testemunha

Data: ___/___/___

para casos de pacientes menores de 18 anos, analfabetos, semi-analfabetos ou portadores de deficiência auditiva ou visual.

(Somente para o responsável do projeto)

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

Assinatura do responsável pelo estudo

Data: ___/___/___

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

Almeida K, Momensohn-Santos TM. Seleção e adaptação de próteses auditivas em crianças. In: Almeida K, Lório MMC. Próteses auditivas-fundamentos teóricos e aplicações clínicas. 2 ed. São Paulo: Lovise, 2003. p. 358-84.

Almeida K. Avaliação dos resultados da intervenção. In: Almeida K, Lório MCM. Próteses Auditivas: fundamentos teóricos e aplicações clínicas. 2. ed. São Paulo: Lovise, 2003. p. 357-379.

American Academy of Audiology. Pediatric Amplification Protocol. Draft American Academy of Audiology, 2013.

American Academy of Pediatrics, Joint Committee on Infant Hearing. Year 2007 Position Statement: principles & guidelines for early hearing detection and intervention programs. Pediatrics. 2007; 120 (4): 898-921.

American Speech-Language-Hearing Association. Committee on infant hearing: guidelines for audiologic screening of newborn infants who are at risk for hearing impairment. ASHA. 31: p. 89-92, 1989.

American Speech-Language-Hearing Association. Guidelines for hearing aid fitting for adults. Am J Audiol, v.7, n.1, p. 5-13, 1998.

Bagato MP. Optimizing your RECD measurements. Hear J. 2001; 54(9):3-36.

Beauchaine KL, Donaghy KF. Amplification selection considerations in the pediatric population. In: Bess FH, Gravel S, Tharpe AM (Eds.). Amplification for Children with Auditory Deficits. Nashville, TN: Bill Wilkerson Center Press, 1996. p. 145-60.

Billings CJ, Tremblay KL, Souza PE, Binns MA. Effects of hearing aid amplification and stimulus intensity on cortical auditory evoked potentials. Audiol Neurootol. 2007; 12(4):234-46.

Boechat EM. Plasticidade do Sistema auditivo quanto à sensibilidade auditiva para tons puros e respostas para a fala na deficiência auditiva neurossensorial [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; 2002.

Brasil. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº2.073, 28 de setembro de 2004. Institui a Política Nacional de Atenção à Saúde Auditiva. Disponível em: <http://drtr2001.saude.gov.br/sas/PORTARIAS/Port2004/GM/GM-2073.htm>.

Bureau International d'audio Phonologie. Audiometric classification of hearing impairment recommendation 02/1, 1997. Disponível em: <http://www.biap.org/>.

Ceponiene R, Rinne T, Naatanen R. Maturation of cortical sound processing as indexed by event-related potentials. *Clin. Neurophysiol.* 2002; 113: 870-82.

Ching TY, Scollie SD, Dillon H, Seewald R. A cross-over, double-blind comparison of the NAL-NL1 and the DSL v4.1 prescriptions for children with mild to moderately severe hearing loss. 2010; 49(1): 4-5.

Cramer SC, Sur M, Dobkin BH, O'Brien C, Sanger TD, Trojanowski JQ, et al. Harnessing neuroplasticity for clinical applications. *Brain* 2011; 134: 1591-609.

Dorman MF, Sharma A, Gilley P, Martin K, Roland P. Central Auditory development: evidence from CAEP measurements in children fit with cochlear implants. *J. Commun Disord.* 2007; 40(4): 284-94.

Duarte JL, Alvarenga KF, Costa OA. Potencial cognitivo p300 realizado em campo livre. *Rev.Bras. Otorrinolaringol.* 2004; 70(6): 781-6.

Durante AS, Wieselberg MB, Carvalho S, Costa N, Pucci B, Gudayol N, Almeida K. Potencial Evocado Auditivo Cortical: avaliação da detecção de fala em adultos usuários de prótese auditiva. *Rev Codas.* 2014; 26(5):367-73.

Durrant JD, Ferraro JA. Potenciais auditivos evocados de curta latência: eletrococleografia e audiometria de tronco encefálico. In: Musiek FE, Rintelmann WF. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva.* São Paulo: Manole; 2001. p. 193-238.

Eisenberg LS. Update on Hearing Aid Fitting in Children. *Current Opinion in Otolaryngology and Head and Neck Surgery* 2000; 8(5): 409-14.

Fallon JB, Irvine DRF, Shepherd RK. Neural prostheses and brain plasticity. *J Neural Eng.* 2009; 6(6):065008.

Fonseca CBF. Estudo dos potenciais evocados auditivos de longa latência (P300) em indivíduos com perda auditiva neurosensorial unilateral, antes e após adaptação de prótese auditiva. [dissertação]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2006.

Freitas TVD. Potencial evocado auditivo de longa latência em crianças com deficiência auditiva sensorioneural e usuárias de aparelhos de amplificação sonora individual. [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Fonoaudiologia da PUCSP; 2014.

Gilley PM, Sharma A, Dorman MF, Baldwin R. Deprivation-induced cortical reorganization in children with cochlear implants. *Int J Audiology*. 2007; 46(9): 494-9.

Glista D, Easwar V, Purcell DW, Scollie S. A pilot study on cortical auditory evoked potentials in children: aided CAEPS reflect improved high- frequency audibility with frequency compression hearing aid technology. *Int J Otolaryngol*. 2012; 982-94.

Golding M, Dillon H, Seymour J, Carter, L. The detection of adult cortical auditory evoked potentials (CAEPS) using an automated statistic and visual detection. *Int J Audiol*. 2009; 48(12):833-42.

Golding M, Seymour J, Cooper A, Ching TY, Dillon H. The relationship between obligatory cortical auditory evoked potentials (CAEPs) and functional measures in young infants. *J Am Acad Audiol*. 2007; 18(2):117-25.

Goodin DS, Squires KC, Henderson BH, Starr A. Age-related variations in evoked potentials to auditory stimuli in normal human subjects. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1978; 44(4):447-58.

Grafman J. Conceptualizing functional neuroplasticity. *J Commun Disord*. 2000; 33(4): 345-55.

Groenen PAP, Beynon AJ, Snik AFM, Brock PVD. Speech-evoked cortical potentials and speech recognition in cochlear implant users. *Scand Audiol*. 2001; 30(1): 31-40.

Hall JW. *New handbook of auditory evoked responses*. 1st ed. Boston: Pearson, 2006. 750p.

Hall JW. *New handbook of auditory evoked responses*. Boston: Pearson, Allyn and Bacon; 2007.

Hassaan MR. Aided evoked cortical potential: an objective validation tool for hearing aid benefit. *Egyptian Journal of Ear, Nose, Throat and Allied Sciences*. 2011; 12: 155-61.

Hood LJ. Estimating auditory function with auditory evoked potentials. *The hearing journal*. 1995; 48(10):32-42.

Hoshii LA. Potencial evocado auditivo de longa latência em crianças deficientes auditivas usuárias de AASI: estudo de caso. [dissertação]. São Paulo. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2010.

Jang JH, Jang HK, Kim SE, Oh SH, Chang SO, Lee JH. Analysis of P1 latency in normal hearing and profound sensorineural hearing loss. *Clin Exp Otorhinolaryngol*. 2010; 3(4):194-8.

Jasper HA. The ten-twenty system of the International Federation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1958; 10: 371-75.

Jerger J, Speaks C, Trammell JL. A new approach to speech audiometry. *J Speech Hear Disord*. 1968;33(4):318-28.

Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol*. 1970; 92(4):311-24.

Kileny PR. Evoked potentials in the management of patients with cochlear implants: research and clinical applications. *Ear Hear*. 2007; 28(2):124S-7S.

Koravand A, Jutras B, Lassonde M. Cortical auditory evoked potentials in children with a hearing loss: a pilot study. *Int J Pediatr*. 2012; 250254.

Kral A, Sharma A. Developmental neuroplasticity after cochlear implantation. *Trends Neurosci*. 2012; 35(2):111-22.

Kraus N, Kileny P, Mcgee T. Potenciais evocados auditivos de média latência (MLR). In: Katz J (Org.). *Tratado de audiologia clínica*. 4ª ed. São Paulo: Manole; 1999. p.384-402.

Kraus N, McGee T. Potenciais auditivos evocados de longa latência (MLR). In: KATZ, T. *Tratado de Audiologia Clínica*. 4ª ed. São Paulo: Manole; 1999. p. 403-20.

Kuk F, Marcoux A. Factors ensuring consistent audibility in pediatric hearing aid fitting. *J Am Acad Audiol*. 2002; 13(9): 503-20.

Lacerda AP. Logoaudiometria. In: Lacerda AP. *Audiologia Clínica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1976.

Marinque M, Cervera-Paz FJ, Huarte A, Perez N, Molina M, García-Tapia R. Cerebral auditory plasticity and cochlear implants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 1999; 49: S193-S7.

Martin BA, Tremblay KL, Stapells DR. Principles and applications of cortical auditory evoked potentials. In: Burkard RF, Don M, Eggermont JJ. *Auditory evoked potentials: basic principles and clinical application*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007. p.82-507.

Matas CG, Frazza MM, Munhoz MLL. Aplicação do potencial evocado auditivo de tronco encefálico em audiologia pediátrica. In: Basseto, MCA, Brock R, Wajnsztein R. Neonatologia: um convite à atuação fonoaudiológica. São Paulo: Lovise; 1998. p.301-10.

Mauk GW, Cags MA, Behrens TR. Historical, political and technological context associated with early identification of hearing loss. *Semin Hear* 1993; 14: 1-18.

McPherson DL. Late potentials of the auditory system (evoked potentials). San Diego: Singular Press; 1996.

Mirahan TT, Nithreen MS. Cortical auditory evoked potential (P1): A potential objective indicator for auditory rehabilitation outcome. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.*2012, 76(12): 1712-8.

Musiek FE, Lee WW. Potenciais auditivos de média e longa latência. In: Musiek FE, Rintelmann WF (Orgs.). *Perspectivas atuais em avaliação auditiva*. São Paulo: Manole; 2001. p.239-67.

Nóbrega M, Wecks LL, Juliano Y. Study of the hearing loss in children and adolescents, comparing the periods of 1990-1994 and 1994-2000. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2005; 69(6):829-38.

Olusanya BO, Luxon LM, Wirz SL. Detection of permanent childhood hearing loss in a developing country. 2005. Disponível em: <http://www.saferhealthcare.org/>.

Olusanya BO, Newton VE. Global burden of childhood hearing impairment and disease control priorities for developing countries. *The Lancet.* 2007; 369(9569):1314-7.

Pascual-Leone A, Amedi A, Fregni F, Merabet LB. The plastic human brain cortex. *Annu Rev Neurosci.* 2005; 28:377-401.

Pediatric Working Group (1996). Conference on Amplification for Children With Auditory Deficits. Amplification for infants and children with hearing loss. *American Journal of Audiology.* 1996; 5(1): 53-68.

Picton TW, Hillyard AS, Kraus HI, Galambos R. Human auditory evoked potentials. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1974; 36(2):179-90.

Pinto MM, Raimundo JC, Samelli AG, Carvalho ACM, Matas CG, Ferrari GMS, et al. Idade no diagnóstico e no início da intervenção de crianças deficientes auditivas em um serviço público de saúde auditiva brasileiro. *Arquivos Int. Otorrinolaringol.*2012; 16(1): 44-9.

Ponton CW, Eggermont JJ. Of kittens and kids: altered cortical maturation following profound deafness and cochlear implant use. *Audiol Neurootol.* 2001; 6(6):363-80.

Ponton CW, Moore JK, Eggermont JJ. Auditory brain stem response generation by parallel pathways: differential maturation of axonal conduction time and synaptic transmission. *Ear Hear.* 1996;17(5):402-10.

Purdy SC, Kelly AS, Thorne PR. Auditory evoked potentials as measures of plasticity in humans. *Audiol Neurootol.* 2001; 6(4): 211-5.

Rissato MR. Seleção e verificação no processo de adaptação de Aparelho de Amplificação Sonora Individual e o impacto na percepção de fala em crianças. [Dissertação]. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2007.

Rocha CN, Filippini R, Moreira RR, Schochat. Potencial evocado auditivo de tronco encefálico com estímulo de fala. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica.* 2010, 22(4): 479-84.

Santos TMM, Russo ICP. Logaudiometria. In: Santos TMM, Russo ICP. *A prática da audiologia clínica.* 4ª ed. São Paulo: Cortez, 1986, p. 81-98.

Scollie SD, Seewald RC, Moodie KS, Dekok K. Preferred listening levels who use hearing aids: comparison to prescriptive targets. *J Am Acad Audiol.* 2000; 11(4):230-8.

Seewald R, Mills J, Bagatto M, Scollie S, Moodie S. A comparison of manufacturer-specific prescriptive procedures for infants. *The Hearing Journal.* 2008; 61(11): 26-34.

Seewald RC, Moodie KS, Sinclair ST, Scollie SD. Predictive validity of a procedure for pediatric hearing instrument fitting. *Am J Audiol.* 1999; 8(2):143-52.

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

Sharma A, Gilley PM, Dorman MF, Baldwin R. Deprivation-induced cortical reorganization in children with cochlear implants. *Int J Audiol.* 2007; 46(9): 494-9.

Sharma A, Martin K, Roland P, Bauer P, Sweeney MH, Gilley P, Dorman M. P1 Latency as a Biomarker for Central Auditory development in children with hearing impairment. *J Am Acad Audiol.* 2005; 16(8): 564-73.

Silva LAF, Couto MIV, Tsuji RK, Bento RF, Matas CG, Carvalho ACM. Auditory pathways' maturation after cochlear implant via cortical auditory evoked potentials. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2014; 80(2): 131-7.

Silva LAF. Maturação cortical em crianças usuárias de implante coclear: análise das medidas eletrofisiológicas e comportamentais [Dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2015.

Sininger YS. Audiologic assessment in infants. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2003; 11(5): 378-82.

Smith A. Preventing deafness an achievable challenge. The WHO perspective. *International Congress Series*. 2003; 1240: 183-91.

Souza PE, Tremblay KL. New perspectives on assessing amplification effects. *Trends in Amplification*, 2006: 10(3): 119-41.

Stelmachowicz PG, Gorga MP. Audiology: early identification and management of hearing loss. In: Cummings CW, Fredrickson JM, Harker LA, Krause CJ, Schuller DE, Richardsobn MA, editors. *Otolaryngology Head & Neck Surgery*. 3rd ed. London: Mosby; 1998. p. 401-8.

Sutton S, Braren M, Zubin J, John ER. Evoked-potential correlates of stimulus uncertainty. *Science*. 1965;150(3700):1187-8.

Swanepoel D, Störbeck C. EHDI Africa: advocating for infants with hearing loss in Africa. *Int J Audiol*. 2008; 47 Suppl 1:S1-2.

Swink S, Stuart A. Auditory Long Latency Responses to Tonal and Speech Stimuli. *J Speech Lang Hear Res*. 2012; 55(2):447-59.

Theunissen M, Swanepoel D. Early hearing detection and intervention services in the public health sector in South Africa. *Int J Audiol*. 2008; 47 Suppl 1:S23-9.

Tremblay K. Central auditory plasticity: implications for auditory rehabilitation. *J Speech Hear Disord*. 2003; 56(1):10-5.

Weber BA, Diefendorf A. Triagem auditiva neonatal. In: Musiek FR, Rintelmann WF. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva*. São Paulo: Manole; 2001. p. 323-38.

Willott JF. Physiological plasticity in the auditory system and its possible relevance to hearing aid use, deprivation effects and acclimatization. *Ear Hear*. 1996; 17(3 Suppl):66S-77S.

Yoshinaga-Itano, C. Early intervention after universal neonatal hearing screening: impact on outcomes. *Ment Retard Dev Disabil Res Rev.* 2003; 9(4):252-66.

Yoshinaga-Itano, C. Efficacy of early identification and early intervention. *Semin Hear.* 1995; 16(1): 115-20.