

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO

PUC-SP

Lia Auer Hoshii

**Potencial evocado auditivo de longa latência em
um grupo de crianças deficientes auditivas
usuárias de aparelho de amplificação sonora
individual: estudo de caso**

MESTRADO EM FONOAUDIOLOGIA

SÃO PAULO

2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO

PUC-SP

Lia Auer Hoshii

**Estudo do potencial evocado auditivo de longa latência em
um grupo de crianças deficientes auditivas usuárias de
aparelhos de amplificação sonora individual: estudo de caso**

MESTRADO EM FONOAUDIOLOGIA

Dissertação apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de MESTRE em Fonoaudiologia, sob a orientação da Prof^a. Dr^a. Dóris Ruthi Lewis.

SÃO PAULO

2010

Autorizo exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, por processos fotocopiadores. Ao usá-lo, cite a fonte.

Assinatura: _____

Data: ____/____/_____

BANCA EXAMINADORA

DEDICATÓRIA

À minha mãe **Rose**, pelo exemplo de vida, dignidade e perseverança. Por ter feito dos meus sonhos os seus. Pelo apoio e dedicação incondicionais.

Ao meu pai **Miltom** (em memória), por me presentear ensinando-me os valores da vida, ainda que eu não estivesse com maturidade para entender.

Ao **Robson**, pelo amor, amizade e companheirismo. E por me fazer ser uma pessoa melhor.

Ao meu irmão **Augusto** e cunhada **Érika**, por tornarem os meus dias mais alegres.

AGRADECIMENTOS

À **Prof^a. Dr^a. Dóris R. Lewis**, a quem admiro por todo profissionalismo, conhecimento e dedicação à nossa profissão. Por toda a experiência compartilhada e ensinamentos imprescindíveis para a realização desde trabalho. Muito obrigada pela confiança acima de tudo, disponibilidade e acolhimento.

À **Prof^a. Dr^a. Edilene M. Boéchat**, por ter despertado em mim a paixão pela área da reabilitação de deficientes auditivos. Por guiar toda minha trajetória profissional ao longo de todos esses anos e por tantas oportunidades. Pelos ensinamentos e preciosas sugestões no exame de qualificação deste trabalho.

À **Prof^a. Dr^a. Carla Gentile Matas**, pelo ensino e total disponibilidade oferecidos. Pela leitura cuidadosa e valiosas contribuições no exame de qualificação deste trabalho.

À **Fg^a. Dr^a. Fernanda Magliaro**, por todos os ensinamentos oferecidos durante este estudo e sugestões no exame de pré-qualificação. Por acolher-me nos momentos de dificuldade.

À **Prof^a. Dr^a. Beatriz Novaes** pelas preciosas contribuições e sugestões na fase final deste trabalho.

À amiga, **Prof^a. Dr^a. Ana Claudia de Freitas Martinho**, pelo incentivo desde o início deste estudo, e pela total disponibilidade e ajuda. Pelo acolhimento nos momentos aflitivos.

Às **Prof^a. Dr^a. Beatriz Mendes, Prof^a. Dr^a Luiza Ficker e Fg^a. Renata Figueiredo** pela colaboração e dedicação na indicação e levantamento dos pacientes para realização deste estudo.

À **Phonak do Brasil**, especialmente ao **Sr. Pedro Stern**, pela confiança e oportunidade, por compreender as minhas ausências na empresa.

À chefe e amiga **Marilisa Zavagli**, pela oportunidade concedida, paciência e compreensão nos momentos de ausência na empresa, e pelo acolhimento nos momentos de dificuldade.

Às grandes amigas e colegas de trabalho, **Cintia Basso, Cristina Paragano, Cristiane Castilho, Christiane Vana, Elidiane Souza, Gislene Vieira, Juliana Morales, Mara Pandofeli, Michelle Queiroz, Paloma Botelho, Renata Sanches, Silvia Huvos, Talita Donini** por compreenderem minhas ausências e por constituírem minha retaguarda durante as minhas ausências.

Aos amigos e colegas de trabalho, **Claudio D'Agosto, Julio Okada, Carlos Leite e Suellen Soares** e funcionários da empresa *Intelligent Hearing Systems*, **Raquel Lauture e Rafael Miranda**, pelos esclarecimento quanto ao equipamento *SmartEP*.

À **Gabriela Ivo Rodrigues**, pela amizade, experiências compartilhadas e paciência. Obrigada pelo empenho com os gráficos.

Aos amigos da linha de pesquisa “Audição na Criança”: **Bárbara Rosa, Carolina Versolatto-Cavanauhg, Daniela Bento, Ellen Brasil, Isabela Côrtes-Andrade, Kelly Torres, Laysa Barbosa, Mabel Almeida, Michelle do Carmo, Natalia Ramos, Nayara Costa, Tatiane Silva e Tiago Araújo**. Pelo companheirismo e carinho.

Às amigas **Roberta Feliciani** e **Juliana Habiro** obrigada pelos momentos de alegria compartilhados e pela amizade.

Aos profissionais do CeAC **Caio** e **Marilei** pela ajuda com a agenda da instituição.

À **Maria das Graças Santos** pelo auxílio bibliográfico nesta dissertação, e ao **João Matias** pela disposição carinho e paciência.

À **Claudia Coda** pela revisão final do texto deste trabalho. À **Maria Helena Vargas** pela contribuição na edição final deste trabalho.

À **CAPES** pela bolsa de estudos concedida.

A todos os pacientes e seus responsáveis, que voluntariamente participaram deste estudo.

E a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste sonho.

SUMÁRIO

Lista de abreviaturas e siglas	
Lista de quadros	
Lista de tabelas	
Lista de figuras	
Lista de gráficos	
Resumo	
Summary	
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivo.....	6
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	7
2.1 Potencial Evocado Auditivo	9
2.1.1 Potencial evocado auditivo de longa latência.....	16
2.1.1.1 Componentes P1, N1, P2, N2.....	17
2.1.1.2 Componente MMN.....	20
2.1.1.3 Componente P300.....	21
2.1.2 Estimulação auditiva e acompanhamento por meio dos PEALL	23
2.2 Plasticidade e Privação Auditiva.....	36
3 MÉTODOS	41
3.1 Local	44
3.2 Sujeitos.....	44
3.3 Procedimento de Coleta de Dados	46
3.3.1 Coleta dos dados da história clínica dos sujeitos.....	46
3.3.2 Coleta dos dados da avaliação eletrofisiológica da audição	46
3.4 Análise dos Dados.....	50
3.5 Material.....	52
4. APRESENTAÇÃO DOS CASOS.....	55
4.1 Caso 1	57
4.2 Caso 2	63
4.3 Caso 3	69
4.4 Caso 4	75
4.5 Caso 5	81
4.6 Resultado Geral.....	90
5 DISCUSSÃO	97
6 CONCLUSÕES	109
7 ANEXOS	113
8 REFERÊNCIAS.....	123

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASI	- Aparelhos de amplificação sonora individual
ABR	- <i>Auditory Brainstem Response</i>
ALR	- <i>Auditory Late Response</i>
CAEP	- <i>Cortical Auditory Evoked Potential</i>
CeAC/DERDIC/PUCSP	- Centro Audição na Criança/ Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação/ Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
COMUSA	- Comitê Multiprofissional em Saúde Auditiva
DERDIC/PUCSP	- Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação/Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
EEG	- Eletroencefalograma
EOA	- Emissões otoacústicas
IC	- Implante coclear
IHS	- <i>Intelligent Hearing Systems</i>
IPRF	- Índice Percentual de reconhecimento de fala
LDF	- Limiar de detecção de fala
LRF	- Limiar de reconhecimento de fala
MLR	- <i>Middle-Latency Responses</i>
MS	- Milissegundos
PEA	- Potenciais Evocados Auditivos
PEACH	- <i>Parent's Evaluation of Aural/Oral Performance of Children</i>
PEALL	- Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência
PEAML	- Potenciais Evocados Auditivos de Média Latência
PEATE	- Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico
SUS	- Sistema Único de Saúde

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1 - Padrão de normalidade dos valores de latência dos componentes P1 - N1 - P2 - N2, de acordo com a faixa etária, segundo McPherson (1996).....51
- Quadro 2 - Padrão de normalidade dos valores de latência do P300 de acordo com a faixa etária, segundo McPherson (1996).....51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema as vias auditivas e os diferentes sítios geradores dos PEA de acordo com o sistema de classificação baseado na latência	13
Figura 2 - Audiometria tonal (via aérea) de G.S. realizada aos sete anos e nove meses de idade.....	60
Figura 3 - Registro do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência de G.S. aos sete anos e nove meses de idade	61
Figura 4 - Audiometria tonal (via aérea) de C.G.M. realizada aos 10 anos e nove meses de idade	66
Figura 5 - Registro do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência de C.G.M. aos 10 anos e 11 meses de idade.....	67
Figura 6 - Audiometria tonal (via aérea) de A.L.R. realizada aos 12 anos e três meses de idade	72
Figura 7 - Registro do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência de A.L.R. aos 12 anos e três meses de idade	73
Figura 8 - Audiometria tonal (via aérea) de K.E.Q.C. realizada aos 14 anos e nove meses de idade.....	78
Figura 9 - Registro do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência de K.E.Q.C. aos 14 anos e 10 meses de idade	79
Figura 10 - Audiometria tonal (via aérea) de R.C.S. realizada aos 18 anos de idade.....	85
Figura 11 - Primeiro registro do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência de R.C.S. aos 18 anos e quatro meses de idade	86
Figura 12 - Segundo registro do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência de R.C.S. aos 18 anos e nove meses de idade	88

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Gráfico de normalidade dos valores de latência dos componentes P1 - N1 - P2 - N2 - P300, de acordo com a faixa etária de três a 12 anos, segundo McPherson (1996)	51
Gráfico 2 - Gráfico de normalidade dos valores de latência dos componentes P1 - N1 - P2 - N2 - P300, de acordo com a faixa etária acima de 12 anos, segundo McPherson (1996)	52
Gráfico 3 - Valores de latência do PEALL de G.S. e limites de normalidade segundo McPherson (1996)	62
Gráfico 4 - Valores de latência do PEALL de C.G.M. e limites de normalidade segundo McPherson (1996)	68
Gráfico 5 - Valores de latência do PEALL de A.L.R e limites de normalidade segundo McPherson (1996)	74
Gráfico 6 - Valores de latência do PEALL de K.E.Q.C. e limites de normalidade segundo McPherson (1996)	80
Gráfico 7 - Valores de latência do PEALL de R.C.S. e limites de normalidade segundo McPherson (1996)	87
Gráfico 8 - Valores de latência do PEALL de R.C.S. e limites de normalidade segundo McPherson (1996)	89
Gráfico 9 - Gráfico de normalidade dos valores de latência dos componentes P1 - N1 - P2 - N2 - P300, de acordo com a faixa etária de três a 12 anos, segundo McPherson (1996)	90
Gráfico 10 - Gráfico de normalidade dos valores de latência dos componentes P1 - N1 - P2 - N2 - P300, de acordo com a faixa etária acima de 12 anos, segundo McPherson (1996)	91
Gráfico 11 - Representação gráfica das latências nas ondas P1, N1, P2, N2 e P300 nas orelhas direita e esquerda dos sujeitos, e limites de normalidade para a idade de três e 12 anos	92

Gráfico 12 - Curvas de latência dos sujeitos 1, 2 e 3 e limites de normalidade entre três e 12 anos de idade.....	93
Gráfico 13 - Representação gráfica das latências nas ondas P1, N1, P2, N2 e P300 nas orelhas direita e esquerda dos sujeitos, e limites de normalidade para a idade de 12 anos à idade adulta	94
Gráfico 14 - Curvas de Latência e limites de normalidade nos pacientes com mais de 12 anos	95

RESUMO

Hoshii LA. Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência em crianças deficientes auditivas usuárias de aparelho de amplificação sonora individual: estudo de caso [dissertação]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2010.

Introdução: Estudos recentes na área da audição utilizam o registro dos Potenciais Evocados Auditivos como forma objetiva de mensurar o *status* do desenvolvimento e os limites da plasticidade das vias auditivas centrais, por meio dos Potenciais Auditivos de Longa Latência. **Objetivo:** Estudar os resultados dos Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência em crianças deficientes auditivas usuárias de aparelho de amplificação sonora individual. **Método:** Consiste no estudo de caso de cinco sujeitos os quais apresentavam deficiência auditiva neurosensorial de grau leve a profundo, do sexo masculino e feminino, na faixa etária de sete a 19 anos. Os sujeitos deste estudo foram submetidos ao registro do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência e Potencial Cognitivo, denominado P300. Foram analisadas as latências dos componentes P1, N1, N2, P2 e P300. Previamente ao registro dos potenciais evocados de longa latência foram realizadas a inspeção do meato acústico externo, timpanometria e audiometria tonal. **Resultados:** Foi possível registrar os componentes P1, N1, P2, N2 e P300 em todos os sujeitos. Dessa forma, o sujeito 1 apresentou latência aumentada para componentes P1, N1, P2 à direita e P1 e N1 ausentes à esquerda. O sujeito 2 apresentou apenas o componente P1 ausente bilateralmente. O caso 3 apresentou aumento das latências dos componentes P2 e N2 à direita e ausência do P1 à esquerda. No sujeito 4 foi registrado aumento das latências N2 e P300 à direita. E para o sujeito 5 aumento das latências dos componentes N1 e N2 bilateralmente, P2 à esquerda e ausência do P1 à direita. Em seu segundo exame, foi registrado um aumento em quase todos os componentes do PEALL, com exceção N1 e P2 à direita. Os resultados deste estudo indicam que a perda auditiva teve relação com os resultados do componente P1 registrado nos sujeitos deste estudo. Parecendo assim, que quanto maior o grau da perda auditiva, maior é a latência deste componente. Já os outros componentes N1, P2, N2, parecem ter relação com a quantidade de estimulação que o sujeito recebe, ou seja, quanto à sistematicidade de estimulação auditiva. Quanto menos o sujeito usou AASI, mais alterado se deu o registro destes potenciais. **Conclusões:** Concluiu-se que é possível a realização do registro dos Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência em crianças deficientes auditivas usuárias de aparelho de amplificação sonora individual a partir dos

oito anos de idade. Fatores como grau da perda auditiva, a não sistematicidade na utilização do aparelho de amplificação sonora individual e um longo tempo de privação auditiva parecem afetar os resultados dos Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência, o que nos sugere um efeito na plasticidade das vias auditivas centrais.

Palavras-chave: Potenciais Evocados Auditivos. Potencial Evocado P300.
Perda auditiva. Criança. Auxiliares de audição.

SUMMARY

Hoshii LA. Long-latency Auditory Evoked Potential in hearing impaired children: case study [dissertation]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2010.

Introduction: Recent scientific studies use Long-Latency Auditory Evoked Potentials in order to measure the developmental status and plasticity limits of central auditory pathways. **Goal:** To study Long-Latency Auditory Evoked Potentials outcomes in hearing impaired children wearing hearing aids and personal sound amplification devices. **Method:** Case studies of five subjects, male and female, diagnosed with mild to profound neurosensory hearing loss, ages ranging from seven to 19 years old. The subjects were submitted to Long-Latency Auditory Evoked Potentials and Cognitive Potential (P300). The latency of components P1, N1, N2, P2 and P300 were analyzed. Prior evaluations consisting of inspecting the external acoustic meatus, tympanometry and pure tone audiometry were performed. Four of the subjects performed the Long-Latency Auditory Evoked Potentials only once. One subject performed the test twice, since he was discharged from speech therapy and stopped using the hearing aids for five months. **Results:** It was possible to measure the components P1, N1, P2, N2 and P300 for all subjects. Subject 1 presented delayed latency for components P1, N1 and P2 on the right ear, and no response for P1 and N1 on the left ear. Subject 2 presented no response for component P1 bilaterally. Subject 3 presented delayed latency for components P2 and N2 on the right ear and no response for P1 on the left ear. Subject 4 presented delayed latency for N2 and P300 on the right ear. Subject 5 presented delayed latency for components N1 and N2 bilaterally, for P2 on the left ear and no response for P1 on the right ear. The second test collected showed a delay in almost all components of the Long Latency Auditory Evoked Potentials, except for N1 and P2 on the right ear. **Conclusions:** It is possible to perform Long-Latency Auditory Evoked Potentials in hearing impaired children who wear hearing aids and personal sound amplification devices from the age of 8 years. Degree of hearing loss, lack of systematic use of personal sound amplification devices, and long term sound deprivation can affect the results of Long-latency Auditory Evoked Potentials., and consequently the neural plasticity process.

Keywords: Auditory Evoked Potentials. P300 Evoked Potential. Hearing impairment. Children. Hearing aids.

1 INTRODUÇÃO

A detecção precoce da deficiência auditiva é fator essencial para a obtenção de melhores resultados no processo de reabilitação da criança, o qual deve ser iniciado o mais rapidamente possível. O *Joint Committee on Infant Hearing* (JCIH, 2007) e o Comitê Multiprofissional em Saúde Auditiva (COMUSA) (Lewis *et al.*, 2010) recomendam que o diagnóstico aconteça até os três meses de idade e que a intervenção se inicie até os seis meses, com o objetivo de minimizar os prejuízos para o desenvolvimento da linguagem desse grupo de pacientes.

Especialmente nas últimas décadas, importantes avanços vêm sendo descritos pela comunidade científica no que diz respeito às técnicas de diagnóstico da deficiência auditiva em crianças. Técnicas comportamentais e medidas eletrofisiológicas da audição vêm sendo cada vez mais aprimoradas, fornecendo informações importantes sobre o *status* auditivo de crianças muito pequenas e contribuindo para a seleção e adaptação mais precisa e eficiente de dispositivos eletrônicos. No que se refere às medidas eletrofisiológicas da audição, são mais utilizadas atualmente as Emissões Otoacústicas e os Potenciais Evocados Auditivos (PEA), mais especificamente os Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico (PEATE) (Sininger, 2003). Outros PEA vêm sendo utilizados para determinar a evolução do *status* auditivo, dos benefícios relacionados ao uso dos

dispositivos eletrônicos e da adequação da estimulação provida por estes às crianças com deficiência auditiva.

O desenvolvimento das vias sensoriais do córtex é determinado por estimulações aferentes e eferentes. Devido a essa característica, do ponto de vista anatomofisiológico, a deficiência auditiva pode afetar o desenvolvimento dessas vias sensoriais auditivas (Sharma *et al.*, 2007).

Crianças diagnosticadas com deficiência auditiva congênita podem não ter acesso imediato à linguagem. Desta forma, dentre as dificuldades decorrentes dessa deficiência, destaca-se o desenvolvimento de habilidades de linguagem e fala, interferindo, conseqüentemente, no processo de aprendizagem (Yoshinaga-Itano *et al.*, 1998).

A perda auditiva periférica não altera somente a maneira como o som é codificado no sistema auditivo periférico. Há também a consequência da privação auditiva resultando na modificação de mapas sensoriais e mudanças sinápticas do sistema auditivo central, o que leva a uma organização atípica do sistema nervoso auditivo. Contudo, a maneira como ocorre essa organização durante a surdez ainda não é bem conhecida (Willet, 1996).

A forma mais comum de deficiência auditiva neurossensorial envolve a perda de células ciliadas da Cóclea no Sistema Auditivo Periférico. Nesta, o Sistema Auditivo Central permanece íntegro e, com isso, a percepção auditiva pode ser obtida a partir de dispositivos eletrônicos. Neste sentido, os aparelhos de amplificação sonora individual (AASI) caracterizam-se como a alternativa mais utilizada para minimizar os efeitos da deficiência auditiva

periférica, no sentido de amplificar os sons; já o implante coclear (IC) é um dispositivo eletrônico de sofisticada tecnologia, capaz de substituir parcialmente a função do órgão sensorial da audição, fornecendo estimulação elétrica diretamente às fibras do nervo auditivo (May, 2000; May e Niparko, 2009; Bevilacqua *et al.*, 2010).

A verificação da *performance* desses dispositivos por meio de métodos psicoacústicos e eletroacústicos, tais como, ganho funcional, testes de reconhecimento de fala e medidas *in situ*, é primordial. Adicionalmente, é importante observar os resultados da estimulação e consequente plasticidade após a introdução do dispositivo eletrônico. Mesmo que as pistas acústicas estejam disponíveis por meio do AASI, a percepção delas ainda depende da integridade do sistema auditivo periférico e central. Têm sido descritos fenômenos de aclimatização, plasticidade e plasticidade secundária ligados à introdução de estímulo sonoro em pacientes adaptados com AASI por meio da melhora da percepção de fala, da diferença no limiar de desconforto, e em pacientes com IC utilizando-se os PEA (Willot, 1996; Boéchat, 2002; Sharma *et al.*, 2002a, 2002b, 2004, 2005a, 2007 e 2009; Munro e Trotter, 2006).

Estudos recentes na área científica utilizam o registro dos PEA como forma objetiva de avaliar o fenômeno da plasticidade como consequência da introdução de estímulo sonoro. Para mensurar objetivamente o status do desenvolvimento e os limites da plasticidade das vias auditivas centrais, têm sido utilizados os Potenciais Auditivos de Longa Latência, mais especificamente a mensuração dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300,

durante o processo de adaptação de AASI ou IC (Ponton *et al.*, 2001; Souza e Tremblay, 2006; Sharma *et al.*, 2002a, 2002b, 2004, 2005a, 2007 e 2009).

Diante das dificuldades e particularidades envolvidas no processo de reabilitação e acompanhamento de crianças deficientes auditivas, relacionadas à adaptação de AASI e ao desenvolvimento de linguagem, torna-se fundamental a observação clínica da evolução delas a partir do uso do estímulo sonoro.

É inspiradora a possibilidade de utilização de um método objetivo que forneça informações sobre a integridade neural da via auditiva na população infantil usuária de AASI por meio do registro dos Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência.

1.1 Objetivo

Estudar os resultados do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência em um grupo de crianças deficientes auditivas usuárias de aparelho de amplificação sonora individual.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A primeira parte desta revisão, intitulada “Potencial Evocado Auditivo” e dividida em duas sessões, aborda uma conceituação geral sobre esses potenciais, com o objetivo de fornecer um maior conhecimento sobre seus tipos, técnicas e aplicações clínicas como também aborda os estudos clínicos sobre o tema. A primeira sessão, “Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência”, tem o objetivo de aprofundar a conceituação; a segunda, intitulada “Estimulação auditiva e acompanhamento por meio dos PEALL”, aborda estudos clínicos que utilizaram os potenciais evocados auditivos para o acompanhamento de indivíduos frente à estimulação auditiva por meio do AASI ou IC, obedecendo à cronologia das citações.

A segunda parte desta revisão, intitulada “Plasticidade e Privação Auditiva”, aborda a conceituação sobre o tema.

2.1 Potencial Evocado Auditivo

Para uma melhor compreensão do tema, faz-se necessário discorrer sobre a anatomia e fisiologia do Sistema Auditivo, que é composto pelo Sistema Auditivo Periférico e Sistema Auditivo Central.

O som é uma onda de pressão conduzida para as nossas orelhas por meio de vibrações do ar que nos rodeia, atingindo o meato acústico externo e

incidindo diretamente sobre a membrana timpânica. Os movimentos desta deslocam o Sistema Tímpano-ossicular que transfere a vibração para a orelha interna por meio da Janela Oval, na Cóclea. A movimentação de líquidos dentro da orelha interna é transmitida por meio da Perilinf, produzindo vibrações na Membrana Basilar. As células ciliadas externas, localizadas no órgão espiral, possuem propriedade eletrobiomecânica e realizam contrações rápidas, provocando um aumento na vibração da Membrana Basilar, que imprime força ao movimento das células ciliadas internas, produzindo o potencial de ação para o impulso nervoso. Os impulsos elétricos gerados pelas células ciliadas internas são enviados aos neurônios do tipo I, localizados no gânglio espiral, eles são bipolares, compostos de prolongamentos periféricos pequenos, que terminam em contato com os receptores no órgão espiral, e prolongamentos centrais, que constituem a porção coclear do nervo vestibulo-coclear e terminam na ponte, fazendo sinapse com os neurônios do tipo II. Esse potencial de ação inerva as primeiras fibras do nervo coclear, que se reúnem num encontro de nervos no núcleo coclear. Ocorre então a sinapse entre os neurônios situados nos núcleos coclear, dorsal e ventral. As vias auditivas aferentes iniciam-se com a primeira sinapse no núcleo coclear. Seus axônios cruzam para o lado oposto constituindo o corpo trapezóide, contornam o complexo olivar superior e inflectem-se cranialmente, para formar o lemnisco lateral do lado oposto. Essas fibras no lemnisco lateral fazem sinapse com os neurônios do tipo III no colículo inferior. Seus axônios dirigem-se ao corpo geniculado medial, passando pelo braço do colículo inferior. Os neurônios do tipo IV estão localizados no corpo geniculado medial. Seus axônios formam a

radiação auditiva, que, passando pela cápsula interna, chega à área auditiva do Córtex (áreas 41 e 42 de Brodmann), situada no giro temporal transversal anterior. Admite-se que a maioria dos impulsos auditivos chega ao Córtex por meio de uma via como a acima descrita. Entretanto, muitos impulsos auditivos chegam por meio de um trajeto mais complicado, envolvendo um número variável de sinapses (Hall III, 1992; May e Niparko, 2009).

Davis (1939) foi o primeiro a descrever os potenciais evocados em resposta à estimulação auditiva, ressaltando que as respostas encontradas eram modificações do traçado do eletroencefalograma (EEG)¹ relacionadas às mudanças no estímulo sonoro, denominados PEA, e tinham como provável origem o córtex cerebral.

Na Neurociência, os Potenciais Evocados têm sido ferramentas úteis para diagnósticos funcionais, sendo possível observar, por meio de aumentos na latência ou diminuição nas amplitudes, evidências objetivas de problemas clínicos e sub-clínicos (Magliaro, 2010).

O PEA é extraído por meio de eletrodos que são geralmente posicionados na superfície do couro cabeludo, fronte, lóbulos das orelhas ou mastóides. A atividade bioelétrica após a apresentação de um estímulo acústico passa então por um processo de filtragem e amplificação, sendo depois promediada, permitindo, assim, uma observação em formas de ondas no computador. As formas de ondas registradas representam as mudanças de voltagem do nervo auditivo, do tronco encefálico e do córtex, evocadas pelo estímulo (Hall III, 1992).

¹ Segundo Berger (1929), EEG é resultado da atividade elétrica registrada como consequência da ação de um grande número de neurônios corticais a partir do couro cabeludo.

Segundo Kraus *et al.* (1999), há duas razões principais para a utilização de PEA: determinar o limiar de detecção do sinal e inferir sobre a integridade funcional e estrutural dos componentes neurais das vias auditivas.

Existem vários métodos de classificação e nomeação dos PEA. Geralmente, eles se baseiam no tempo em que as respostas ocorrem após o início da estimulação, ou seja, na latência do pico de resposta após o início da estimulação; na origem anatômica ou fonte geradora; na relação entre o estímulo e a resposta ou padrão do estímulo gerador; ou na posição do eletrodo (Hall III, 1992). A classificação mais utilizada na prática clínica tem como referência a latência, ou seja, tempo em que as respostas ocorrem após o início da estimulação (Sousa *et al.*, 2008a).

De acordo com o sistema de classificação baseado na latência em que a resposta ocorre, existem os PEA de curta, média e longa latência. Na classificação dos PEA dependente da origem anatômica ou fonte geradora, destacam-se o potencial coclear e do nervo coclear, potenciais de tronco encefálico e potenciais subcortical e cortical. No que se refere à classificação dos PEA baseada na relação entre o estímulo e a resposta ou padrão do estímulo gerador, há o potencial exógeno, ou seja, depende de um estímulo externo para ser evocado; e o potencial endógeno, que depende da demanda interna do indivíduo no momento do teste, por exemplo, da atenção dele. Considerando-se a classificação do PEA que segue em função da posição do eletrodo, há o potencial de campo próximo e o potencial de campo distante (Ruth e Lambert, 1991; Ferraro e Durrant, 1999).

A Figura 1 esquematiza as vias auditivas e os diferentes sítios geradores dos PEA de acordo com o sistema de classificação baseado na latência, incluindo os potenciais evocados auditivos de curta, média e longa latência. A indicação das curvas, por exemplo, I, III, V, Pa, P1, indicam os picos e vales correspondentes ao sítio gerador aproximado no sistema auditivo central.

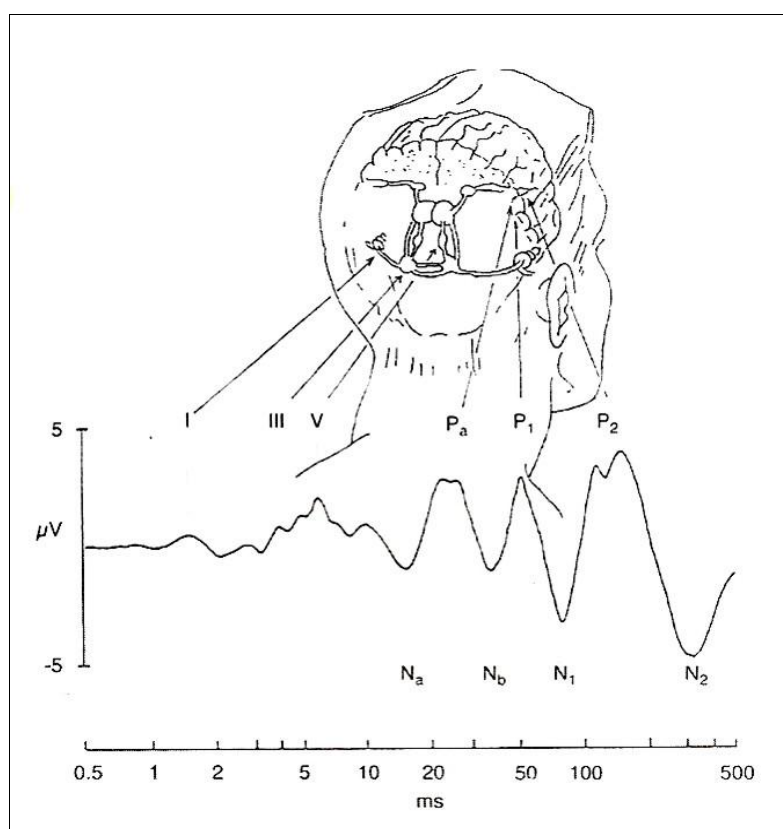


Figura 1 - Esquema as vias auditivas e os diferentes sítios geradores dos PEA de acordo com o sistema de classificação baseado na latência [Fonte: adaptado de Eggermont, 2007]

Os potenciais evocados de curta latência, mais especificamente os PEATE descritos primeiramente por Jewett *et al.* (1970), também chamados de *Auditory Brainstem Response* (ABR), são obtidos entre zero e 10 milissegundos (ms) após a estimulação acústica (Ruth e Lambert, 1991).

Para o PEATE, foram descritas sete ondas, sendo analisadas: intensidade sonora, tempo de latência das ondas registradas, amplitude das ondas e intervalo entre elas. Suas ondas são geralmente marcadas seguindo os critérios de Jewett e Williston (1971), utilizando-se uma sequência de números romanos I, II, III, IV, V, VI e VII, sendo que as ondas I, III e V são as mais constantes.

Moller *et al.* (1981) descrevem os seguintes sítios geradores dos PEA, sendo a classificação mais aceita atualmente: I - porção distal ao tronco encefálico do nervo auditivo; II - porção proximal ao tronco encefálico do nervo auditivo; III - núcleo coclear; IV - complexo olivar superior; V - lemnisco lateral; VI - colículo inferior; VII - corpo geniculado medial.

Dentre os PEA, o PEATE é um dos mais utilizados. Os Potenciais Evocados de Curta Latência apresentam uma ampla escala de aplicações, destacando-se: estimacão da sensibilidade auditiva; verificacão da funcão auditiva em crianças difíceis de serem avaliadas por procedimentos de rotina; avaliacaão da maturacaão do sistema auditivo central; sincronia neural do sistema nervoso auditivo, detecção de tumores do nervo acústico, diagnóstico topográfico de distúrbios que afetam a fossa posterior e monitoramento intra-operatório (Durrant e Ferraro, 2001; Fichino, 2005; Matas e Neves, 2009).

Geisler *et al.* (1958) caracterizaram os Potenciais Evocados Auditivos de Média Latência (PEAML), também chamados de *Middle-Latency Responses* (MLR), como uma série de respostas neuroelétricas. Suas ondas aparecem no intervalo entre 10 e 80 ms após o início do estímulo sonoro.

Os PEAML são marcados por meio das indicações Na, Pa, Nb, Pb e, às vezes, Nc e Pc; em alguns casos, a onda P0 precede a Na. Trata-se de uma nomenclatura quase universal. O componente Pa normalmente ocorre na latência de 25 ms aproximadamente. O próximo pico positivo, Pb, que é altamente variável e frequentemente não está presente, mesmo para sujeitos normais, ocorre na latência de 50 ms, aproximadamente (Hall III, 1992).

A forma de onda Na-Pa é a mais consistente, sendo a Pa a mais robusta e pesquisada, frequentemente utilizada para fins diagnósticos (Musiek e Lee, 2001). O componente mais tardio do PEAML é o Pb, que muitas vezes se sobrepõe ao componente P1, que é o mais precoce do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (PEALL); mas as origens dessas duas respostas são diferentes (Eggermont, 2007).

Os sítios geradores do PEAML envolvem a interação de múltiplas estruturas, sendo que as principais contribuições vêm da via talamocortical e, em menor grau, do colículo inferior e da formação reticular mesencefálica. O componente Pa surge do lobo temporal posterior, especificamente no córtex auditivo (Kraus *et al.*, 1999).

O PEAML é utilizado clinicamente para: determinação eletrofisiológica dos limiares auditivos na faixa de frequências baixas; avaliação dos limiares de audibilidade em todas as frequências em pacientes com PEATE anormal devido a lesões neurológicas do Tronco Encefálico; monitoramento pré e pós-operatório de paciente com IC; avaliação da função da via auditiva; localização de lesões na via auditiva e nas aplicações intra-operatórias. Pelo fato de ser menos dependente da sincronia neural do que o PEATE, o PEAML tem

vantagens em casos clínicos nos quais a sincronia neural está prejudicada, pois pode permanecer intacto, enquanto o PEATE está ausente. O PEAML não atinge os padrões de maturação como o de adultos antes dos 08 ou 10 anos de idade; assim, é inviabilizada a sua utilização para o diagnóstico precoce de deficiências auditivas (Hall III, 1992; Kraus *et al.*, 1999).

O PEAML é considerado um dos testes eletrofisiológicos mais promissores para a avaliação de alterações no Sistema Nervoso Auditivo Central e de Distúrbios do Processamento Auditivo (Schochat *et al.*, 2004).

2.1.1 Potencial evocado auditivo de longa latência

Descrito primeiramente por Davis (1939) os PEALL ou tardios, também chamados de *Auditory Late Response* (ALR), ocorrem entre 80 e 600 ms pós-estímulo, tendo como principais componentes: P1, N1, P2, N2, MNN - *Mismatch Negativity* e P3.

Podem também ser distinguidos entre potenciais exógenos, para os quais são descritos os componentes P1, N1, P2, N2, e potenciais endógenos, para os quais são descritos os componentes P3 e MMN. Os primeiros sofrem influência, principalmente, das características físicas do estímulo, tais como, intensidade, frequência e duração, resultado do processamento da percepção do sinal. Especialmente o componente N2 parece ser relacionado à percepção e ao processamento do estímulo sonoro. Já os segundos sofrem influência de eventos internos, relacionados à função cognitiva, resultados do processamento cognitivo do sinal (Sutton *et al.*, 1965; McPherson, 1996).

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. Refletem a atividade eletrofisiológica cortical envolvida nas habilidades de atenção, discriminação, memória, integração e tomada de decisão e não dependem dos potenciais anteriores (de curta e/ou média latência). Desta forma, eles ainda fornecem uma medida válida do limiar de audibilidade em casos em que o PEATE apresenta um limiar elevado ou está ausente devido a uma disfunção do tronco encefálico, apesar de terem sido substituídos pelo PEATE na década de 70 para este propósito. Os PEALL podem ser considerados como um instrumento para a identificação de lesões cerebrais e localização de função cerebral e, especificamente, avaliação da função auditiva (Kraus e McGee, 1999).

2.1.1.1 Componentes P1, N1, P2, N2

As ondas N1, P2, N2 geralmente são chamadas de complexo N1-P2-N2, descrito como uma sequência de três ondas de polaridade negativa, positiva e negativa, respectivamente, ocorrendo como resposta a uma sequência repetida de estímulos acústicos. Apresentam latências aproximadas em torno de 55 a 80 ms para a P1, 80 a 150 ms para a N1, 145 a 180 ms para a P2 e 180 a 250 ms para a N2. Contudo, podem variar bastante de acordo com a população estudada, já que sofrem influências não só de aspectos físicos e temporais do estímulo, mas também do estado de atenção do indivíduo (McPherson, 1996).

O componente de resposta P1 (algumas vezes referido como Pb) pode ser considerado tanto como da resposta de média latência como dos potenciais evocados auditivos de longa latência (Kraus e McGee, 1999).

Há estudos os quais denominam os componentes P1, N1 e P2 como componentes do Potencial Evocado Auditivo Cortical (*Cortical Auditory Evoked Potential* [CAEP]). O componente N1 possui pelo menos três sítios geradores, o primeiro, é mais sensível às mudanças de amplitude como um resultado das diferenças na velocidade de estimulação. O segundo e o terceiro geradores do N1 são considerados como uma representação do processo de atenção do sujeito (Naatanen e Picton, 1987).

Estes, também têm sido citados na literatura atual como potenciais evocados auditivos tardios “obrigatórios” (*“obligatory” cortical auditory evoked potentials*), pois são determinados principalmente pelas propriedades físicas do estímulo (Purdy e Kelly, 2001).

Embora sejam controversos, os possíveis geradores dos componentes N1-P2-N2 abrangem, principalmente, as áreas do córtex auditivo primário (lobo temporal superior), córtex auditivo secundário e sistema límbico. Os sítios geradores considerados do componente N1 são o plano temporal superior e o giro temporal superior; do P2, o córtex auditivo primário podendo ser eliciado tanto por uma tarefa de discriminação física (fator exógeno), como por uma tarefa de discriminação semântica (fator endógeno); e do N2, o córtex auditivo supra-temporal (McPherson, 1996; Musiek e Lee, 2001).

O complexo P1-N1-P2 fornece informações sobre a chegada do estímulo sonoro ao Córtex Auditivo. Ou seja, a presença dos componentes P1-N1-P2 indica que o estímulo foi detectado no Córtex Auditivo. Este, porém, não fornece informação quanto à discriminação sonora, uma vez que as mudanças no estímulo sonoro (estímulo raro) devem ser detectadas antes de serem discriminadas. Por esse motivo, os componentes P1-N1-P2 podem ser considerados para representar a capacidade de diferenciação entre os estímulos. Tradicionalmente, estímulos por *click* ou *tone burst* são utilizados para evocar esse complexo (Martin *et al.*, 2007).

De acordo com Kraus e McGee (1999), as mudanças nas respostas nos potenciais de longa latência relacionadas à maturação não envolvem um único parâmetro, como alteração gradual da latência ou amplitude, em função de idade. Vários potenciais relacionados a eventos provocados passivamente desenvolvem-se em diferentes velocidades. O desenvolvimento dos componentes P1, N1, P2 e P300 parecem continuar além dos dez anos de vida.

A morfologia da P1 aos cinco e seis anos de idade é muito diferente da encontrada em adultos. Em crianças, consiste na fusão dos picos do componente P1 e P2, como consequência do processo de maturação que ocorre por volta dos oito e nove anos de idade. A resposta de P1 diminui sistematicamente em latência com o aumento da idade e tem sido utilizada para a avaliação do desenvolvimento da plasticidade do Sistema auditivo central em crianças com audição normal e também nas que apresentam deficiência auditiva, usuárias de AASI e IC (Sharma *et al.*, 2005b e 2006; Eggermont, 2008).

Segundo Dorman *et al.* (2007) pelo fato do componente P1 variar em função da idade cronológica, a latência do componente P1 pode ser utilizada como um marcador biológico para se inferir sobre o *status* da maturação das vias auditivas centrais em crianças.

O componente N1 também manifesta alterações relacionadas à idade até a adolescência (Ponton *et al.*, 2000).

2.1.1.2 Componente MMN

O MMN é uma deflexão negativa que ocorre após a resposta P2. Trata-se do resultado de uma mudança no estímulo dentro do paradigma raro, sendo que essa mudança não requer a atenção do indivíduo. Pequenas alterações no estímulo podem resultar no MMN (Musiek e Lee, 2001).

Assim, o MMN serve como indicador da quantidade e qualidade da informação sensorial contida pelas representações sonoras centrais (Kraus e McGee, 1994).

É possível observar o MMN a uma latência aproximada de 200 ms, na resposta para o estímulo raro, ou ainda ao subtrair a resposta para o estímulo frequente da resposta para o estímulo raro (Junqueira e Frizzo, 2001).

Para a formação do MMN, contribuem o córtex auditivo, o tálamo e o hipocampo. É no sistema de memória sensorial, onde ocorre a representação central do estímulo, que o MMN é gerado (Kraus e McGee, 1994).

2.1.1.3 Componente P300

Originalmente descrito por Sutton *et al.* (1965) como Potencial cognitivo, o P300 é um componente positivo tardio que aparece, aproximadamente, em torno de 300 ms após a estimulação acústica. Os autores concluíram que essa resposta refletia a influência exógena e endógena frente ao estímulo apresentado.

O potencial P300 ocorre quando o sujeito conscientemente reconhece a presença de uma mudança no estímulo sonoro. A denominação P300 foi criada para designar o pico positivo que ocorre próximo dos 300 milissegundos após o início da apresentação de um estímulo raro. Esse termo tem sido substituído em alguns estudos por P3, pois, na maioria das vezes, sua latência não é em 300 ms, podendo variar de 220 ms a 380 ms (McPherson, 1996).

O P300 é um dos Potenciais Evocados Auditivos de longa latência mais utilizados, sendo gerado por uma série de estímulos frequentes, e pela ocorrência ocasional de um estímulo pouco frequente ou raro, apresentado aleatoriamente. O sistema auditivo habitua-se a ouvir o estímulo frequente, gerando menos ativações neuronais. No entanto, o estímulo raro, por se ouvido poucas vezes, gera mais ativações neuronais. O indivíduo deve identificar o estímulo raro apresentado, sendo que, como consequência, observa-se a formação de uma onda positiva de aproximadamente 300 ms de latência e $10\mu\text{V}$ de amplitude após a apresentação do estímulo, contando-o mentalmente ou apertando um botão sempre que ele aparecer. Esse potencial é menos afetado pelas propriedades físicas do estímulo, e mais pelo uso funcional que o indivíduo faz deste (Sutton *et al.*, 1965).

Mais frequentemente, o P300 é eliciado por tons, quando o estímulo sensorial apresentado é acústico, mas outro estímulo acústico, inclusive a fala, pode ser utilizado (Kraus e McGee, 1999).

A origem do P300 é complexa, múltipla e ainda mal compreendida. As áreas cerebrais que possivelmente contribuem para a sua geração são múltiplos locais subcorticais, como o hipocampo, o córtex auditivo, o córtex centro-parietal e o córtex frontal. Uma forma mais geral e simplista é considerar o córtex frontal, centro-parietal e hipocampo como áreas geradoras. O P300 fornece uma janela para observar o substrato neurofisiológico de processos que ocorrem no córtex cerebral relacionados à cognição, memória e atenção auditiva (McPherson, 1996; Sousa *et al.*, 2008b).

O P300 tem sido empregado no estudo de distúrbios cognitivos, neurológicos, neuropsiquiátricos e comportamentais. Em crianças, sua aplicação abrange o estudo dos distúrbios de linguagem, de aprendizagem e distúrbios do processamento auditivo central (Junqueira e Frizzo, 2001).

Segundo Musiek e Lee (2001), o P300 tem sido o componente de PEA mais frequentemente relatado em estudos de disfunção cognitiva e demência. Todavia, a medida de amplitude do P300 é altamente variável, o que torna incerta a efetividade desse índice. Desta forma, as medidas de latência devem ser ajustadas à idade do indivíduo.

Valores de menor amplitude e latência atrasada do P300 sugerem a existência de algum déficit no processamento cognitivo. Neste, a latência é o indicador mais confiável, pois a amplitude é difícil de ser alterada em função da atenção (Picton, 1992).

Leite (2009) estudou os PEALL N1, P2, N2 e P300 obtidos em crianças com transtorno fonológico pré e pós-terapia fonoaudiológica, correlacionando sua evolução ao histórico de otite e à gravidade do transtorno. Concluiu que crianças com transtorno fonológico apresentam alteração no P300, sugerindo comprometimento da via auditiva central, provavelmente decorrente de alteração no processamento auditivo. E crianças submetidas à terapia fonoaudiológica apresentaram melhora nos resultados de todos os componentes dos PEALL.

O P300 não é afetado contrariamente pela perda auditiva, desde que o indivíduo possa perceber o estímulo. Assim, uma perda periférica não deve impedir a utilização dessa medida. Entretanto, há uma grande variabilidade na latência e na amplitude inter-sujeitos do P300. Uma utilização proposta para esse potencial é o monitoramento dos efeitos da terapia, já que a diminuição na latência é concomitante ao aumento da capacidade cognitiva (Kraus e McGee, 1999).

2.1.2 Estimulação auditiva e acompanhamento por meio dos PEALL

Ponton *et al.* (1996) analisaram as latências, particularmente os componentes P1 e N1, em crianças, adolescente e adultos diagnosticados com deficiência auditiva antes dos três anos de idade e implantadas aos seis anos de idade ou mais. Observaram então que, na criança com IC, a latência de P1 era muito aumentada em relação à normalidade, tendo-se a idade como referência. Entretanto, quando passaram a considerar as latências obtidas comparando com a idade auditiva, ou seja, ao tempo de estimulação auditiva,

estas passaram a se enquadrar com os valores normais dependentes da idade. Esse resultado sugere que as sinapses dos geradores do componente P1 dependem do nível de desenvolvimento das vias auditivas, compatível com o início da surdez. Embora tenham observado uma diminuição da latência de P1 com a idade, indicando o desenvolvimento das vias auditivas, os autores não constataram a presença do componente N1 nos sujeitos com implante coclear, mesmo na adolescência. Concluíram, então, que, quanto maiores os períodos de privação auditiva, mais aumentadas as latências da P1.

Marinque *et al.* (1999) investigaram clinicamente a existência de um período crítico para uma maior plasticidade cerebral auditiva em humanos. Foram avaliados 98 crianças e adolescentes com perda auditiva pré-lingual que receberam Implante Coclear multicanal, sendo categorizados em cinco grupos de acordo com a idade em que foram implantados: de zero a três anos, de quatro a seis anos, de sete a dez anos, de 11 a 14 anos e um grupo que recebeu o Implante Coclear após os 14 anos de idade. Adicionalmente, um grupo controle de 58 pacientes com Implante Coclear pós-lingual também foi analisado. Os sujeitos foram avaliados quanto à audição, percepção e produção de fala por meio de testes, administrados no período pré-operatório, seis meses após a operação e então anualmente. O acompanhamento foi realizado no período de um ano a seis anos após a colocação do IC. Os resultados demonstraram a existência de um período crítico de maior plasticidade neural auditiva. Somente as crianças que receberam Implante Coclear antes dos seis anos de idade conseguiram reconhecer a fala em conjunto-aberto. O desempenho inferior daquelas com

perda auditiva pré-lingual que receberam o IC após os seis anos de idade revelou duas importantes questões: o período da plasticidade neural auditiva compreende basicamente os primeiros seis anos de vida; e a introdução de uma estimulação auditiva não possibilita a restauração da perda da plasticidade neural fora desse período crítico.

Segundo Ponton *et al.* (2001), o registro dos Potenciais Evocados Auditivos pode ser considerado como uma forma objetiva de se avaliar o fenômeno da plasticidade secundária à introdução de estímulo sonoro. Os pesquisadores investigaram os efeitos da perda auditiva unilateral na representação do sinal no córtex por meio da avaliação do PEALL, em especial do complexo N1-P2, em quinze indivíduos com perda auditiva profunda unilateral. Os indivíduos foram divididos em dois grupos: oito com perda auditiva com tempo menor que dois anos, e sete com tempo de perda auditiva maior que dois anos. Todos possuíam audição normal nas frequências acima de 4000 Hz na melhor orelha. Por fim, nove indivíduos com audição normal bilateral compuseram um grupo controle. A avaliação ocorreu de forma monoaural, ipsilateral e contralateralmente. Os autores observaram que a amplitude dos picos teve significativo aumento na correlação com o aumento da duração da perda auditiva, e interpretaram o aumento da simetria entre os dois hemisférios como resultado das mudanças nos geradores do pico N1 ao longo do tempo.

Tremblay *et al.* (2001) estudaram as mudanças na latência e amplitude das ondas P1-N1-P2 em indivíduos com audição normal, os quais foram submetidos a algumas sessões de treinamento da habilidade de

discriminação auditiva. Após o treinamento auditivo, os testes mostraram um aumento significativo nas amplitudes de N1 e P2.

Sharma et al. (2002a) examinaram a latência do componente P1 em 104 crianças com perda auditiva congênita usuárias de IC multicanal, na faixa etária de um ano e três meses a 17 anos e cinco meses, sendo que possuíam pelo menos seis meses de experiência com os dispositivos. A comparação da latência P1 em crianças usando IC com crianças com audição normal pareadas por idade revelou que aquelas que tiveram os períodos mais longos de privação auditiva antes do Implante Coclear (maior do que sete anos de idade) demonstraram respostas corticais de longa latência anormais para um estímulo de fala. Em contrapartida, as crianças que tiveram um menor período de privação auditiva (aproximadamente três anos e meio ou menos) demonstraram latência apropriada para a idade. Os dados desse estudo sugerem que houve um período sensitivo (três anos e meio) em que o Sistema Auditivo Central esteve em máxima plasticidade. Além disso, a estimulação (por meio do IC) dentro desse período resultou em uma resposta cortical apropriada para a idade dentro de meses após a colocação do IC. Latência da P1 fora do esperado para a idade foi encontrada nos pacientes que receberam IC após os sete anos de idade.

Sharma (2002b) estimaram o tempo de desenvolvimento e plasticidade das vias auditivas centrais após a colocação do IC. Participaram da pesquisa 22 crianças, com idade entre um ano e dois meses a cinco anos e seis meses, com perda auditiva congênita após terem se submetido à cirurgia de colocação do IC por volta dos dois anos de idade. O registro do

PEALL foi obtido imediatamente após a colocação do IC e repetido após alguns meses. Puderam observar rápidas mudanças na latência e morfologia, nas respostas evocadas corticais resultando em respostas de acordo com os valores esperados para a idade após oito meses após a colocação do IC. Os autores concluíram que há uma rápida plasticidade das vias auditivas centrais durante os primeiros anos de desenvolvimento.

Oates *et al.* (2002) investigaram os efeitos da perda auditiva neurossensorial nas respostas dos componentes N1, MMN, N2 e P3 nos PEALL para sons de fala /ba/ e /da/ apresentados a 65 e 80 dB SPL. Os PEALL foram realizados em 20 adultos com audição normal e outros 20 adultos com perda auditiva. O grau da perda auditiva baseado na média das frequências de 1000 Hz e 2000 Hz para perdas leves foi definido de 25 a 49 dB NA e para perdas severas a profundas, de 75 a 120 dB NA. Nesse estudo, a pontuação das amplitudes do PEALL foi menor (latência maior) para os adultos com perda auditiva do que para os adultos com audição normal. Tais diferenças mostraram-se mais evidentes para os indivíduos em que a média da perda auditiva nas frequências de 1000 Hz e 2000 Hz excedia 60 dB NA para a apresentação do estímulo a 65 dB SPL e 75 dB NA para a intensidade do estímulo mais forte. Entretanto, prolongamentos nas latências em relação às latências dos adultos com audição normal foram observados nos indivíduos com perdas auditivas leves. As alterações de latência e amplitude que ocorreram nos indivíduos com perda auditiva foram significativamente maiores para os componentes N2/P3 em comparação com as respostas anteriores em N1 e MMN. Os pesquisadores puderam

concluir que a perda auditiva determina um impacto maior no processamento “não-sensorial” cortical em comparação com o processamento “sensorial” cortical, refletindo, desta forma, o efeito da privação auditiva.

Sharma *et al.* (2004) examinaram a relação entre a maturação das vias auditivas centrais e o desenvolvimento do balbucio em duas crianças com perda auditiva severa à profunda bilateral, as quais receberam IC multicanal nas idades de 13 e 14 meses após o nascimento. As respostas evocadas auditivas corticais (P1) foram coletadas com estímulo de fala /ba/, sendo que as vocalizações produzidas pelas crianças foram gravadas durante a interação com os pais, em sessões que duravam pelo menos 45 minutos. Foram realizadas duas sessões no intervalo de duas semanas antes do IC e diversas sessões de acompanhamento após a colocação do implante, sendo que aquelas após o IC foram gravadas uma vez por mês. Os resultados eletrofisiológicos demonstraram uma rápida diminuição da latência de P1 após o IC para ambos os casos. Nesse estudo foi possível observar que a latência de P1 após uma semana com o IC estava com valores apropriados de acordo com recém-nascidos com audição normal. Os autores constataram também mudanças na morfologia da resposta evocada da onda, principalmente uma resposta negativa com latência menor, que diminuiu com a experiência auditiva, e demonstraram a latência de P1 apropriada para a idade após três meses da colocação do IC. Ambas as crianças demonstraram melhora no comportamento comunicativo, conforme indicado nos dados sobre as vocalizações. No mesmo estudo, os autores discutem se essas mudanças na latência de P1 são exclusivas à estimulação elétrica ou se refletem a

resposta geral de um sistema auditivo em privação que começa a ser estimulado. Para tanto, analisaram o desenvolvimento das latências de P1 em crianças com perda auditiva congênita adaptadas com AASI, e apresentaram dados de uma criança com perda auditiva neurossensorial moderada à severa, que foi adaptada com AASI aos onze meses e cuja média dos limiares auditivos sem aparelho era de 75 dB NA, e com AASI era de 40 dB NA. A latência da P1 estava fora dos limites de normalidade para a idade no momento da adaptação inicial. Após cinco meses de uso dos AASI, a latência da P1 encontrava-se dentro dos limites de normalidade, continuando a se desenvolver normalmente com doze meses de uso do dispositivo. Conforme a experiência auditiva com os AASI aumentava, a latência do negativo da onda diminuía. Essa mudança na morfologia da resposta também pode ser observada nas crianças com IC. Assim, os resultados sugerem que uma rápida mudança na latência da P1 e em sua morfologia não é exclusiva da estimulação elétrica, mas também reflete uma resposta do sistema sensorial em privação frente à nova estimulação.

Gilley *et al.* (2005) avaliaram as modificações na morfologia do Potencial Evocado Auditivo Cortical com a utilização de um paradigma de estimulação capaz de considerar as propriedades refratárias dos geradores neuronais. Participaram da pesquisa 50 crianças ouvintes, na faixa etária compreendida entre três e 13 anos, e 10 adultos jovens, com idade variando entre 24 e 26 anos. Para a mensuração do potencial, foi utilizado estímulo de fala com duração de 23ms em uma sequência de quatro apresentações, com diminuição progressiva dos intervalos entre os estímulos de 2000, 1000, 560 e

360ms. Os registros foram analisados de acordo com os valores de amplitude e de latência encontrados em P1, N1 e P2, levando-se em consideração a velocidade de estimulação utilizada e a idade dos sujeitos. Segundo os autores, os resultados do estudo demonstraram modificações significativas no Potencial Evocado Auditivo Cortical no que se refere à velocidade de estimulação e idade. Assim, em sujeitos mais jovens, o componente N1-P2 foi observado apenas em velocidades de estimulação mais lentas. Para as mensurações obtidas por meio da utilização de velocidades de estimulação mais altas, as respostas mostraram-se sucessivamente mais claras à medida que a idade dos sujeitos foi aumentando. A utilização do paradigma de estimulação utilizado foi capaz de examinar as propriedades refratárias dos geradores neuronais e identificar interação entre idade e velocidade de estimulação na morfologia do potencial evocado cortical.

Korczak *et al.* (2005) analisaram as respostas dos componentes P1-N1-P2 em 14 adultos. Os registros foram realizados com os sujeitos utilizando os AASI e depois sem os mesmos. A primeira condição teve os registros gravados resultantes de uma grande amplitude e latência diminuída, se comparados à segunda condição. Os adultos com grau de perda auditiva maior demonstraram uma mudança mais acentuada no registro dos potenciais evocados auditivos com a utilização dos AASI. E se o estímulo era inaudível, na condição sem AASI, os componentes mostravam-se ausentes, e para alguns casos, presentes, na condição com o AASI. Desta forma, os pesquisadores confirmaram que a utilização do dispositivo pode alterar as características dos componentes P1-N1-P2.

Sharma *et al.* (2005a) examinaram a viabilidade clínica da utilização da latência do componente P1 como uma ferramenta objetiva para avaliar se a amplificação sonora está fornecendo estimulação auditiva eficiente para o desenvolvimento das vias auditivas centrais em crianças com deficiência auditiva. Utilizaram então os parâmetros de latência do componente P1 do PEALL para a avaliação do desenvolvimento das vias auditivas centrais em três crianças usuárias de aparelhos auditivos e/ou Implante Coclear, sendo duas do sexo masculino e uma do sexo feminino. As respostas evocadas auditivas corticais foram obtidas a partir de estímulo de fala /ba/, com duração de 90 ms, apresentado por meio de auto-falantes num ângulo de 45 graus da orelha com melhores limiares audiométricos, ou do lado do IC. IC e AASI foram colocados nas configurações habituais, e estímulo foi apresentado a uma intensidade de, pelo menos, 10-20 dB do limiar de audibilidade com dispositivo (AASI/IC).

O primeiro caso descrito no estudo recebeu o AASI aos 11 meses. Os PEALL foram registrados no momento da adaptação, cinco meses e 18 meses após a adaptação do aparelho. Os registros mostraram uma rápida mudança na latência de P1 seguida da adaptação dos aparelhos, atingindo latências dentro do padrão de normalidade após cinco anos de uso do dispositivo. Neste sentido, os dados da P1 indicaram que o AASI fornecia estimulação suficiente para o desenvolvimento normal das vias auditivas centrais. O segundo caso foi diagnosticado com deficiência auditiva aos 18 meses, e adaptado com AASI aos 21 meses de idade. As respostas do PEALL foram registradas no início da experiência com o dispositivo, em um

mês e três meses. Os resultados registrados sugeriram que a estimulação fornecida por meio do ASSI não era suficiente. Assim, a testagem do aparelho foi interrompida para dar-se início ao processo de IC, já que o paciente atendia aos critérios para tal. A adaptação ocorreu aos 25 meses de idade. O registro do PEALL foi repetido e foram encontradas latências de P1 dentro dos padrões normais no período de três meses e seis meses após a colocação do IC. O registro do componente P1, sem qualquer tipo de modificação no que se refere aos valores de latência após três meses de uso de amplificação sonora, forneceu evidências claras de que a estimulação por meio do AASI não se mostrava eficiente para o desenvolvimento das vias auditivas centrais. Após a IC, a diminuição da latência de P1 indicou que este dispositivo fornecia estimulação que antes não era possível.

O terceiro caso falhou na triagem auditiva neonatal, e o PEATE indicou que se tratava de neuropatia auditiva nunca diagnosticada. O bebê foi adaptado com AASI com um mês de idade. As latências de P1 foram registradas dez meses após a adaptação de AASI e revelaram atraso significativo na latência de P1, indicando que o uso desse dispositivo por dez meses não forneceu estimulação necessária para o desenvolvimento das vias auditivas centrais. Como no segundo caso, o paciente atendeu aos critérios para indicação do IC, que foi colocado aos 15 meses de idade. O registro do PEALL foi repetido após o IC, demonstrando diminuição da latência de P1 e atingindo os valores de normalidade após seis meses de uso, continuando seu desenvolvimento normal até 18 meses após o IC.

Segundo os autores, os valores de latência do componente P1 podem ser considerados como uma importante informação objetiva em relação ao desenvolvimento das vias auditivas centrais em crianças com deficiência auditiva usuárias de AASI ou IC. Essas mensurações, quando combinadas com a avaliação audiológica comportamental e da percepção de fala, podem fornecer dados de fundamental importância para a avaliação dos benefícios da amplificação sonora e da eventual necessidade de encaminhamento para o IC. Em todos os casos, a latência de P1 atingiu limites normais em poucos meses.

Sharma *et al.* (2005b) examinaram o desenvolvimento das respostas evocadas auditivas corticais em 21 crianças adaptadas com IC unilateral e duas adaptadas com IC bilateralmente. As crianças foram divididas em dois grupos de acordo com a idade em que receberam o IC. O primeiro grupo era composto de doze implantadas antes dos três anos e cinco meses, sendo que uma recebeu seu primeiro IC com um ano e sete dias e seu segundo IC aos dois anos e sete dias de idade, e outra que recebeu seu primeiro IC aos dois anos e oito meses e seu segundo IC aos 10 anos e 10 meses de idade. O segundo grupo era constituído de oito crianças implantadas após os sete anos de idade. Após a colocação do IC, as crianças foram testadas por meio das CAEP aproximadamente cinco vezes em períodos distintos. Os resultados mostraram diferenças fundamentais no padrão de desenvolvimento da morfologia e latência do componente P1 entre os dois grupos. O primeiro mostrou rápido desenvolvimento da morfologia da onda dos potenciais evocados auditivos corticais e latência do P1. Já o segundo mostrou uma morfologia alterada e diminuição discreta da latência de P1 após o estímulo. Para a criança que

recebeu o primeiro IC antes dos três anos e cinco meses de idade e seu segundo IC após os sete anos de idade, as respostas eliciadas para o segundo IC foram similares às respostas do grupo de crianças que receberam o IC após os sete anos de idade. Os pesquisadores confirmaram a presença de um breve período sensitivo para o desenvolvimento das vias auditivas centrais.

Tremblay *et al.* (2006) estudaram a efetividade da amplificação sonora por meio do AASI através do registro do EEG. Participaram deste estudo sete adultos com idade variando entre 50 a 76 anos, possuindo perda auditiva de grau leve a severo. Todos os sujeitos foram adaptados com AASI, e foram testadas somente a orelha direita. A orelha esquerda foi ocluída com espuma de inserção. Os componentes P1, N1 e P2 foram registrados. Os registros foram obtidos com AASI, ou seja, o sinal era modificado pelo AASI, o qual fornecia a amplificação para o sistema auditivo que esteve em privação auditiva por muitos anos. Concluíram que a detecção neural de variações acústicas pode ser registrada utilizando o complexo P1-N1-P2 como forma de registro e mensuradas em sujeitos com perda auditiva utilizando AASI.

Para Golding *et al.* (2007), os potenciais evocados auditivos corticais podem ser registrados em crianças e fornecer evidência da detecção de fala em um nível cortical. A validade dessa técnica para avaliação do AASI precisa ser demonstrada. Os autores examinaram a relação entre a ausência/presença dos potenciais evocados auditivos corticais para estímulo de fala e resultados do questionário *Parent's Evaluation of Aural/Oral Performance of Children* (PEACH) em 28 crianças adaptadas com AASI, seguindo a norma de prescrição NAL-NL1 antes da realização dos potenciais

evocados auditivos corticais. Foram excluídas do estudo aquelas que não usavam os AASI frequentemente. O questionário PEACH foi aplicado no início do estudo, tendo sido enviado aos pais uma semana antes da realização dos potenciais evocados auditivos corticais. Os resultados sugeriram uma relação significativa entre a presença dos potenciais evocados auditivos corticais e respostas funcionais para os AASI, o que não pôde ser observado quando o PEATE/Eletrococleografia era comparado de forma similar.

Segundo Kileny (2007), uma possível aplicação futura para os PEALL é fornecer informações clínicas importantes na dimensão do gerenciamento/monitoramento de pacientes com IC, em particular a população pediátrica. O autor exemplifica por meio do registro do CAEP diferentes ondas obtidas em diferentes configurações do eletrodo do IC, o que pode ajudar na distinção entre a habilidade para detectar um estímulo e a habilidade para discriminar entre dois estímulos contrastantes.

Segundo Martin *et al.* (2007), os PEA podem ser registrados de forma confiável em indivíduos com perda auditiva, mesmo quando o som é processado pelo AASI. Os autores descreveram em seu estudo os registros do PEA em indivíduos com diferentes graus de perdas auditivas, em duas condições: com o AASI e sem o AASI, sendo que observaram relação entre a detecção neural e a audibilidade para os sons. Assim, na condição “sem AASI” (estímulo inaudível) os componentes P1-N1-P2 estavam ausentes; na condição “com AASI” (estímulo audível) havia uma resposta de P1 robusta, seguida de uma onda negativa proeminente. Descreveram também o caso de uma criança com perda auditiva progressiva. Inicialmente, com seus

AASI, demonstrava uma ampla resposta evocada auditiva, que desapareceu à medida que não foi mais possível observar resposta comportamental aos sons. Os autores enfatizaram a importância de se compreender como o AASI está processando o sinal. Caso contrário, conclusões incorretas a respeito da morfologia da onda podem ser obtidas.

2.2 Plasticidade e Privação Auditiva

A principal dificuldade decorrente de uma deficiência auditiva refere-se ao desenvolvimento da fala e linguagem, o que pode ser minimizado por meio de intervenção precoce, com adaptação de dispositivos eletrônicos (AASI e/ou IC) e terapia fonoaudiológica. O objetivo é auxiliar as crianças a utilizarem a audição residual, desenvolvendo as habilidades perceptuais e incorporando o sentido do som e da audição. Assim, é possível que construam e usem a linguagem de forma eficiente, possibilitando sua interação com o meio social (Bevilacqua e Formigoni, 1998).

Quando comparada às ouvintes, a criança deficiente auditiva, apesar do uso de AASI ou IC e da convivência com diversos interlocutores, pode ter significativa redução nas oportunidades de apreensão da linguagem oral. Sendo assim, a precisão no estabelecimento de limiares auditivos e a perícia do fonoaudiólogo na seleção e adaptação de dispositivos de amplificação (AASI e/ou IC) são pré-requisitos para o desenvolvimento da oralidade (Novaes, 2005).

A criança ouvinte passa pelo processo fisiológico de maturação dos neurônios de tronco encefálico, formação de várias redes neurais e conexão

com o córtex auditivo a partir do estímulo sonoro. Para aquelas com deficiência auditiva, a entrada sensorial não acontece, ou encontra-se muito alterada, resultando no prejuízo de estruturas morfológicas e da funcionalidade neuronal. Assim, a audibilidade é fator fundamental para a formação e maturação dos neurônios do tronco encefálico no início de nossas vidas e essencial para a estruturação, ao longo do tempo, de nossos arquivos auditivos (Boéchat, 2002 e 2009).

Leibold *et al.* (2007) descrevem o desenvolvimento de duas formas de processamentos para análise do sinal acústico. O processamento “sensorial” desenvolve-se relativamente cedo. O sistema auditivo periférico surge basicamente para codificar precisamente a intensidade, frequência e características temporais do som até o fim da infância. Em contrapartida, o processamento “não-sensorial” segue um período longo de desenvolvimento, envolvendo o aumento da eficiência e flexibilidade da criança no uso da informação auditiva. Há mudanças importantes no desenvolvimento auditivo que ocorrem após os seis primeiros meses de vida, as quais influenciam no processamento “não-sensorial” que ocorre no Sistema Auditivo Central, tais como a atenção auditiva seletiva e a habilidade na determinação da origem do som. Um fator importante para o desenvolvimento dessa complexa habilidade “não-sensorial” é a experiência auditiva. Apesar de crianças terem habilidades auditivas precoces, o sistema auditivo não está totalmente desenvolvido até pelo menos a adolescência, o que traz consequências diretas na maturação do processamento auditivo “sensorial”, como resolução de frequência, mas também no processamento auditivo “não-sensorial”, como a atenção seletiva.

As autoras ainda destacam que crianças tornam-se ouvintes mais eficientes e flexíveis à medida que apreendem características importantes dos sons de diferentes falantes e de diferentes situações sonoras. Para ouvir e entender sons complexos, incluindo a fala, o sistema auditivo periférico deve fornecer ao cérebro uma representação sensorial adequada das características básicas do som.

O sistema auditivo não amadurece sem estimulação, porém retém sua plasticidade durante o período de privação. A falta de estimulação resulta em privação sensorial. Toda a evidência do desenvolvimento neural sustenta a intervenção precoce para o máximo desenvolvimento das habilidades auditivas em crianças e manutenção do padrão no adulto, na perda auditiva adquirida. O tempo é fator fundamental - quanto mais tarde houver a compensação da falta de estímulo, menores as chances de os pacientes compensarem os efeitos da privação auditiva. O objetivo primário de um dispositivo (AASI e/ou IC) é a amplificação sonora da forma mais adequada às necessidades audiológicas do paciente, mas é necessário considerar os efeitos centrais da privação sensorial. É mais interessante tentar prevenir ao máximo a privação, preservando assim a organização dos mapas corticais no córtex. A privação sensorial também induz à plasticidade, de alguma forma. Se a estimulação não chega mais ao sistema auditivo, a área cortical responsável por essa informação ficará em disponibilidade (Boéchat, 2009).

Há um período crítico do desenvolvimento para a formação de redes neurais e conexão com o córtex auditivo a partir do estímulo sonoro. A estimulação ambiental deve estabelecer com o cérebro interação suficiente

para o estabelecimento da organização do sistema. Assim, mesmo dispositivos eletrônicos (AASI e/ou IC) perfeitos podem ser inadequados se o Sistema Nervoso Central não estiver com funcionalidade apropriada para receber e processar a informação (Ryugo e Limb, 2009).

Silman *et al.* (1984) definem plasticidade neural auditiva como a capacidade de o tecido neural das vias auditivas centrais reorganizar e alterar uma função, em resposta à estimulação auditiva. Essa melhora no reconhecimento de fala ao longo do tempo, à medida que o indivíduo aprende a utilizar as novas pistas de fala disponíveis a partir da amplificação, é chamada de aclimatização. Tal benefício acontece após um período que varia entre seis a 12 semanas de uso da amplificação. Os autores descreveram um fenômeno que ocorria em adultos com perdas auditivas neurosensoriais bilaterais e adaptação de dispositivos eletrônicos em apenas uma orelha, o qual se manifestava como uma redução significativa dos índices de reconhecimento de fala, após um longo período sem estimulação - fenômeno que denominaram privação auditiva. O decréscimo sistemático no desempenho auditivo, ao longo do tempo, foi associado à redução da informação acústica. Observaram também que a diminuição nos índices de reconhecimento de fala do indivíduo, no lado não protetizado, pode ser revertido com a utilização de um dispositivo eletrônico. A plasticidade das vias auditivas centrais é a responsável por essa recuperação.

De acordo com Brasil-Neto *et al.* (1993), o cérebro humano apresenta habilidade de se auto-organizar após privação sensorial, permitindo uma expansão de áreas vizinhas para o território antes ocupado pelo órgão

sensorial privado por estimulação. Assim, qualquer mudança na entrada sensorial terá consequências na organização dos mapas corticais centrais, para as áreas de menor estimulação periférica, trazendo disponibilidade do feixe correspondente; outra área mais estimulada ganhará, dessa forma, uma representação cortical na área em questão.

A perda auditiva periférica pode induzir a importantes mudanças nas respostas dos neurônios do Sistema Auditivo Central, o que possivelmente impacta no uso de AASI. Essas alterações incluem: reorganização dos mapas sensoriais causada pela alteração da região periférica dos receptores; reorganização das respostas neurais com relação à lateralidade ou posição espacial do som e alteração sináptica ou do circuito, associada à diminuição da entrada sensorial periférica ao cérebro (Willot, 1996).

Avanços recentes nas técnicas das medidas da atividade elétrica do sistema auditivo em resposta ao estímulo sonoro possibilitaram a realização de pesquisas que estudam as mudanças na entrada sensorial, afetando, assim, o funcionamento do sistema auditivo central (Neuman, 2005).

Os potenciais evocados auditivos corticais são afetados pela experiência e atenção do indivíduo e podem ser usados como um indicador dos efeitos da (re)habilitação aural/oral (Cone-Wesson e Wunderlich, 2003).

Nessa medida, o componente P1 do Potencial Evocado Auditivo Cortical (ou de longa latência) tem sido visto como um indicador para avaliar a maturação do sistema auditivo central em crianças (Nash *et al.*, 2007).

3 MÉTODOS

Este estudo tem caráter qualitativo, descritivo, tendo sido submetido à avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa da PUC-SP e aprovado sob o protocolo nº 035/2009 (Anexo A).

Consiste no estudo de caso de cinco sujeitos atendidos em terapia fonoaudiológica no Programa de Audiologia Educacional da Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação/Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (DERDIC/PUCSP).

Inicialmente, os pais ou responsáveis foram informados sobre a realização do presente estudo, quanto à ausência de riscos à saúde do sujeito, e benefícios para o avanço da ciência que os resultados podem trazer.

Os registros dos Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência foram realizados após assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido por parte dos responsáveis pelos sujeitos (Anexo B).

3.1 Local

O presente estudo foi realizado no Centro Audição na Criança/ Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação/ Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (CeAC/DERDIC/PUCSP), um serviço de referência em saúde auditiva de São Paulo de alta complexidade, credenciado ao Sistema Único de Saúde (SUS). Nele é realizado o diagnóstico da deficiência auditiva, sendo que, posteriormente, ocorrem a seleção, o fornecimento de AASI e a terapia fonoaudiológica.

Os registros dos Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência foram realizados no CeAC e agendados de acordo com a disponibilidade de horários da clínica, bem como do sujeito e de seus responsáveis.

3.2 Sujeitos

Os cinco sujeitos que constituíram este estudo apresentavam deficiência auditiva neurossensorial de grau leve a profundo, eram do sexo masculino e feminino e encontravam-se na faixa etária de sete a 19 anos.

Os sujeitos de pesquisa foram selecionados a partir de uma reunião ocorrida no Programa de Audiologia Educacional da DEDIC, com o objetivo de levantar, junto aos fonoaudiólogos terapeutas do programa, os pacientes em atendimento com idade mínima de cinco anos, idade esta exigida para que fosse possível o registro do Potencial Cognitivo (P300).

Com base nesse levantamento, foram selecionados dez sujeitos. Deste total, cinco compareceram para a realização do registro dos PEALL, constituindo, assim, os sujeitos de pesquisa deste estudo. Dentre os demais

selecionados por meio do levantamento inicial, dois não compareceram à avaliação agendada, e os familiares dos outros três não atenderam os contatos telefônicos para agendamento, após várias tentativas.

- Critérios de inclusão:

- Idade mínima de cinco anos, para que fosse possível o registro do Potencial cognitivo, o P300, possibilitando também o registro dos outros componentes do PEALL, P1, N1, P2 e N2.
- Presença de deficiência auditiva neurossensorial de qualquer grau, bilateral ou unilateral, independentemente da época de diagnóstico, uso de AASI ou terapia fonoaudiológica.
- Curvas timpanométricas do tipo A (Jerger, 1970), bilateralmente, para a realização do exame eletrofisiológico.

- Critérios de exclusão:

- Presença de outros comprometimentos associados à deficiência auditiva, de origem sindrômica, neurológica, psicológica, psiquiátrica, motoras e visuais, e/ou malformações do pavilhão auricular, orelha média.

3.3 Procedimento de Coleta de Dados

São descritos a seguir os procedimentos de coleta de dados na ordem em que foram realizados.

3.3.1 Coleta dos dados da história clínica dos sujeitos

Após a identificação dos sujeitos que correspondiam aos critérios de inclusão deste estudo, foi realizado o levantamento da história clínica de cada um deles por meio do prontuário da instituição. Para o norteamento da coleta dos dados necessários, foi desenvolvido um protocolo de investigação de prontuário contendo tópicos como: idade, sexo, idade do diagnóstico, idade do início da estimulação auditiva por meio do AASI, tempo de privação auditiva, diagnóstico, etiologia, modelo do AASI utilizado, dados relacionados ao uso sistemático ou não do AASI e dados referentes à forma de comunicação e linguagem do sujeito (Anexo C).

3.3.2 Coleta dos dados da avaliação eletrofisiológica da audição

Para a realização da avaliação eletrofisiológica, foram necessárias outras avaliações prévias, como a inspeção do meato acústico externo e timpanometria, a fim de se descartar comprometimento da orelha externa e orelha média para o registro dos PEALL. A audiometria tonal se fez necessária em apenas um caso, o qual possuía a última avaliação audiológica com um prazo maior do que um ano. Desta forma, as seguintes etapas foram realizadas:

- a) Inspeção do Meato acústico externo.
- b) Timpanometria.
- c) Audiometria Tonal (via aérea) para o caso em que a última audiometria havia sido realizada há mais de um ano.
- d) Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência.

Todas as avaliações foram realizadas em um mesmo dia, pois, do contrário, não seria possível assegurar ausência de comprometimentos da orelha externa e orelha média, especificamente para o registro do PEALL.

A inspeção do meato acústico externo teve por objetivo observar possíveis obstruções. Após essa inspeção, foi realizada a timpanometria para descartar a existência de comprometimento da orelha média, sendo necessário o registro de curva timpanométrica do tipo A (Jerger, 1970).

Os sujeitos deste estudo foram submetidos ao registro do PEALL e Potencial Cognitivo, denominado P300. Para o registro desses potenciais, foram orientados a deitar-se em uma maca em estado de vigília. A fronte e as mastóides foram higienizadas com álcool 70%, visando remover a oleosidade para a colocação de eletrodos de superfície, dispostos nas mastóides direita (A2) e esquerda (A1); os eletrodos ativo (Fz) e terra (FPz) foram posicionados na fronte. Foram utilizados fones de inserção, posicionados na porção cartilaginosa do meato acústico externo para a condução do estímulo sonoro. Assim, o exame não foi realizado com os sujeitos utilizando AASI.

O sujeito era orientado e incentivado a participar de um jogo, no qual deveria contar (apontando com o dedo indicador) o número de vezes em que o “pássaro cantava”, ou seja, um estímulo raro era apresentado (Hall III, 1992; McPherson, 1996; Junqueira e Frizzo, 2002; Schochat, 2004; Matas *et al.*, 2006). Antes do início dos registros, um estímulo de intensidade mais forte, o qual coincidia com a intensidade máxima do equipamento, foi utilizado para a realização de um treinamento. Neste, o fone de inserção era posicionado próximo à entrada do conduto auditivo, possibilitando a escuta do estímulo por parte do sujeito e da examinadora simultaneamente. Inicialmente, a pesquisadora começava a contagem dos estímulos raros (iniciava o “jogo”) sinalizando com o dedo indicador à medida que aconteciam. Quando percebia que o sujeito compreendia o jogo, incentivava-o a continuar a contagem dos estímulos raros, sem o seu auxílio. Os “treinos” eram realizados, em média, de três a quatro vezes. Dependendo da perda auditiva e da potência dos AASI, estes não eram retirados na etapa de treinamento, com o objetivo de melhorar a compreensão da tarefa que o sujeito deveria desempenhar. Neste caso, o fone era posicionado próximo da entrada do microfone do AASI durante o treinamento. Identificada a compreensão do sujeito por parte da examinadora, o AASI era retirado e os fones de inserção posicionados no meato acústico externo, para o início do registro dos PEALL.

Para o registro dos PEALL foi utilizado o protocolo padronizado pelo fabricante do equipamento, de acordo com os seguintes parâmetros:

Estímulo:	Tone burst: 1000 Hz (estímulo frequente) Tone burst: 500 Hz (estímulo raro)
	Estímulo apresentado de forma monoaural.
Taxa de apresentação:	80% estímulo frequente 20% estímulo raro
Intensidade:	audível pelo paciente (variando de 70 dB a 100 dB, dependendo do grau da perda)
Taxa de apresentação:	1.1/seg.
Polaridade:	Alternada
Transdutores:	fone de inserção modelo ER-3A
Filtro:	1-30 HZ
Filtro Notch:	Ativado
Amplificação:	100
Janela de análise:	500 ms
Número de estímulos:	aproximadamente 100 estímulos

Posicionamento dos eletrodos de superfície:

- Mastóide direita: A2
- Mastóide esquerda: A1
- Fronte: eletrodo ativo Fz
- Terra FPz

Os valores de impedância dos eletrodos eram verificados antes do início do teste, devendo situar-se abaixo de 3 k Ω .

Nos sujeitos em que havia uma assimetria em relação ao grau da perda auditiva, o PEALL foi inicialmente registrado na melhor orelha. As

frequências utilizadas para o registro foram de 500 Hz e 1000 Hz, uma vez que todos os sujeitos apresentavam limiar audiométrico que os capacitava a detectar o estímulo apresentado.

O registro dos resultados dos PEALL foi obtido duas vezes em cada orelha, a fim de garantir que os picos dos componentes se reproduziram. Durante a avaliação, o traçado correspondente ao estímulo raro era marcado com a cor verde, para a identificação e distinção mais rápida dos dois traçados, estímulo raro e frequente.

Uma vez que a análise do PEALL tem caráter subjetivo, os registros obtidos ao longo deste estudo foram também avaliados por mais dois pesquisadores, em momentos diferentes, visando-se garantir maior fidedignidade na análise.

Em apenas um sujeito deste estudo o registro do PEALL foi realizado em dois momentos diferentes, antes e após cinco meses da alta fonoaudiológica, para verificar se havia mudanças após a interrupção do trabalho terapêutico.

3.4 Análise dos Dados

Foram analisadas as latências e amplitudes registradas dos componentes de longa latência **N1, P2, N2 e P3 (P300)**. Os registros foram comparados aos achados descritos por McPherson (1996), conforme descrição a seguir:

Quadro 1 - Padrão de normalidade dos valores de latência dos componentes P1 - N1 - P2 - N2, de acordo com a faixa etária, segundo McPherson (1996)

Componente	3 a 12 anos	12 a adulto
P1	54 - 75 ms	54 - 73 ms
N1	83 - 135 ms	83 - 135 ms
P2	137 - 194 ms	137 - 194 ms
N2	200 - 280 ms	188 - 231 ms

Quadro 2 - Padrão de normalidade dos valores de latência do P300 de acordo com a faixa etária, segundo McPherson (1996)

Componente	5 a 12 anos	17 a 30 anos
P300	241- 396 ms	225 - 365 ms

Gráfico 1 - Gráfico de normalidade dos valores de latência dos componentes P1 - N1 - P2 - N2 - P300, de acordo com a faixa etária de três a 12 anos, segundo McPherson (1996)

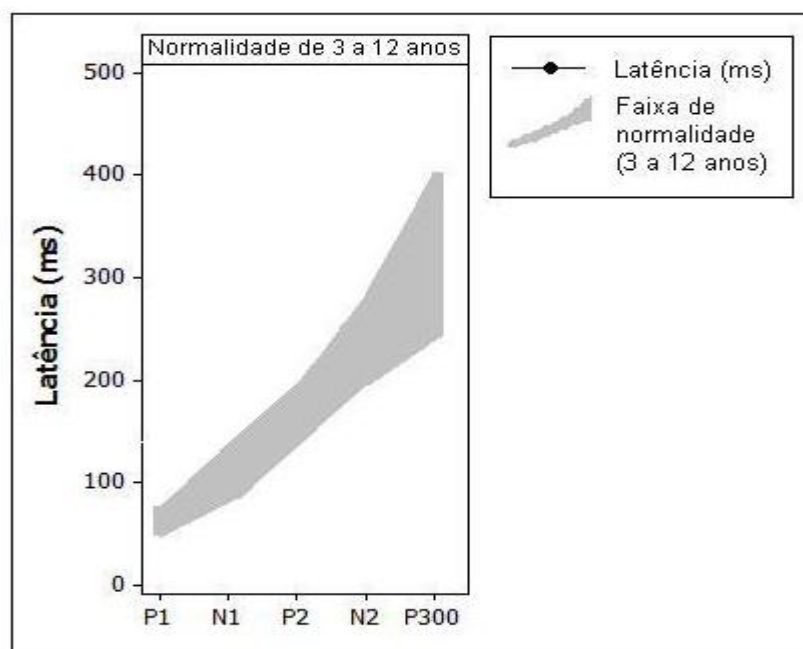
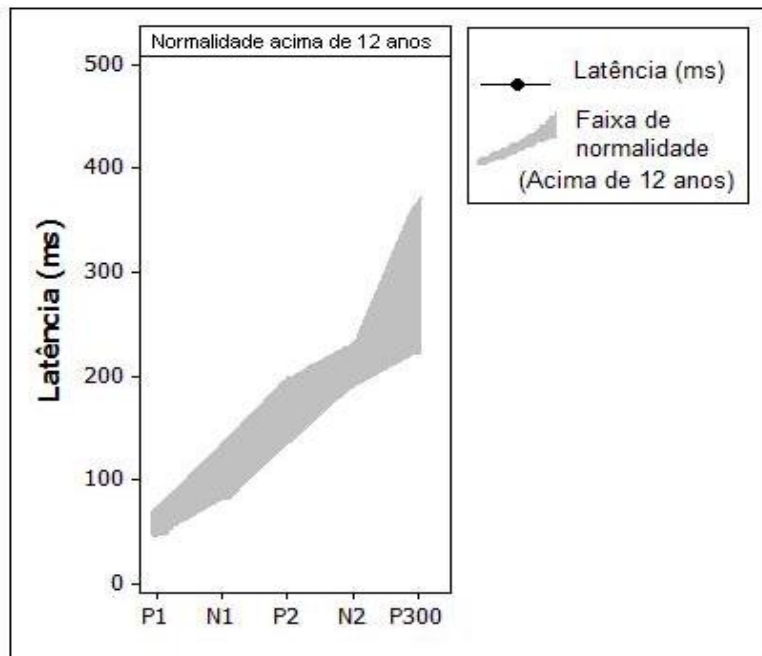


Gráfico 2 - Gráfico de normalidade dos valores de latência dos componentes P1 - N1 - P2 - N2 - P300, de acordo com a faixa etária acima de 12 anos, segundo McPherson (1996)



3.5 Material

Os materiais e equipamentos utilizados neste estudo foram:

- Otoscópio da marca Heine, modelo Mini Heine - 2000: para inspeção visual do meato acústico externo.
- Imitanciômetro da marca Interacoustics, modelo 235H (calibrado segundo a norma ANSI S3.39-1987): para registro da timpanometria.
- Audiômetro da marca Interacoustics, modelo AC33 (calibrado segundo norma ISSO/389-1 e ISSO/389-2) para confirmação dos limiares auditivos.
- Fones de inserção modelo ER-3A.

- Equipamento da marca *Intelligent Hearing Systems* (IHS), modelo *SmartEP*, versão 2.05 (Calibrado pelo fabricante. Cada teste de frequência do equipamento foi calibrado para o nível do pico RMS NPS utilizando-se um acoplador do tipo Simulador de ouvido Zwislocki conectado para um Bruel & Kjaer DB-0264 1/2 para 1/4; e um adaptador do tipo Etymotic Research ER1-08 foi conectado no amplificador Bruel & Kjaer Nexus 2690; Bruel & Kjaer tipo 4136 - 1/4. Foi utilizado também um microfone condensador: para a obtenção dos potenciais evocados auditivos de longa latência.

Houve a necessidade de instalação de uma atualização do software de registro dos PEALL, o que possibilitou o registro com menor número de artefatos. Essa atualização foi enviada pelo fabricante nos EUA, e nominada "*P3002.OUT*", instalada dentro de um subdiretório de arquivos do software do equipamento SmartEP. E-mail com orientação (Anexo D).

4 APRESENTAÇÃO DOS CASOS

4.1 Caso 1

Nome do sujeito: G.S.	
Idade: 8 anos	Data de nascimento: 06/01/2002
Escolaridade: 1ª série (ensino regular)	
Idade do diagnóstico: 4 anos e 7 meses	
Idade do início da estimulação: 4 anos e 8 meses	
Tempo de privação auditiva: 4 anos e 8 meses	
Diagnóstico: OD: Perda auditiva neurosensorial de grau moderado a severo OE: Perda auditiva neurosensorial de grau moderado a severo	
Etiologia: Hereditária (prima paterna com perda progressiva)	
AASI: OD: <i>Eleva 311 dAZ (Phonak)</i>	Uso sistemático? Sim
OE: <i>Eleva 311 dAZ (Phonak)</i>	Uso sistemático? Sim
Idade na data de realização do registro: 7 anos e 9 meses	
Tempo de estimulação auditiva (até a data do exame): 3 anos e 1 mês	
Em terapia fonoaudiológica? R: Sim	

G.S., sete anos, vinha sendo atendido em terapia fonoaudiológica desde os quatro anos de idade, ocasião da suspeita de uma possível alteração auditiva, já que a criança possuía problemas para falar. Além

disso, a mãe percebia que G.S. não escutava por conta do comportamento muito nervoso e agressivo do filho, e também por não responder aos seus chamados. Procurou um médico, que lhe disse que a audição de G.S. era normal. Neste atendimento, aos quatro anos e quatro meses de idade, apresentou, na audiometria, respostas dentro dos padrões de normalidade.

Ainda quando G.S. estava com quatro anos de idade, a mãe procurou atendimento na DERDIC, com a queixa de que ele não falava direito. G.S. passou por avaliação otorrinolaringológica e iniciou avaliação fonoaudiológica em função do atraso de linguagem. O paciente foi então encaminhado pela fonoaudióloga para realização das Emissões Otoacústicas evocadas por estímulo transiente e Emissões Otoacústicas evocadas produto de distorção, ambas ausentes bilateralmente.

Assim, o paciente foi encaminhado para realização de uma nova avaliação audiológica aos quatro anos e sete meses de idade, na qual foi diagnosticada uma perda auditiva leve a severa à direita e leve a moderada à esquerda.

Diante desses resultados, a criança foi encaminhada para seleção e adaptação de AASI aos quatro anos e oito meses de idade. Foi feito empréstimo de um par de aparelhos modelo *Flair 112 (Bernafon)* para experiência domiciliar, e os pais foram orientados a observar o comportamento auditivo de G.S.

O modelo dos AASI utilizados por G.S., *Flair 112 (Bernafon)*, apresenta os seguintes valores eletroacústicos, segundo informações do fabricante (Norma: ANSI - Acoplador de 2cc):

Ganho (HFA): 61 dB

Saída máxima: 124 dB

Faixa de Frequência: 100 - 5900 Hz

Nesse período, a estimulação auditiva por meio da amplificação sonora acontecia de forma assistemática. Segundo informação no relatório de atendimento fonoaudiológico, G.S. constantemente apresentava resistência para a colocação do AASI.

Frente à grande diferença entre as audiometrias anteriores e à incompatibilidade das respostas encontradas no campo livre, aos quatro anos e 11 meses de idade, G.S. realizou nova audiometria, apresentando perda auditiva moderada à severa bilateralmente.

Com essa mesma idade, o paciente realizou Tomografia Computadorizada de ouvido, com resultado normal.

Aos cinco anos e dois meses de idade, foi possível realizar nova audiometria com respostas mais consistentes, compatíveis com perda auditiva moderada à severa bilateralmente (Davis e Silverman, 1970).

Iniciou-se o teste com outro modelo de AASI, *Eleva 311 dAZ* (*Phonak*), o qual apresenta as seguintes características eletroacústicas, segundo informações do fabricante (Norma: ANSI -Acoplador de 2cc):

Ganho máximo: 63 dB

Saída máxima: 130 dB

Faixa de Frequência: 100 - 6500 Hz

Apenas aos cinco anos e 10 meses o paciente recebeu um par de aparelhos *Eleva 311 dAZ (Phonak)*. A partir dessa idade, então, pode-se considerar o uso efetivo e sistemático do AASI.

Na ocasião deste estudo, G.S. continuava em terapia fonoaudiológica e fazendo uso sistemático de seus AASI, sendo que a terapeuta trabalhava com trocas fonêmicas e estimulação da linguagem escrita. O paciente vinha utilizando linguagem oral e discurso narrativo, com autonomia.

Para a realização do registro do PEALL foram realizadas as seguintes avaliações: inspeção visual do meato acústico externo, sem obstrução; e timpanometria, apresentando curvas timpanométricas tipo A (Jerger, 1970), bilateralmente.

A última audiometria realizada por G.S. aconteceu uma semana antes do registro do PEALL (Figura 2).

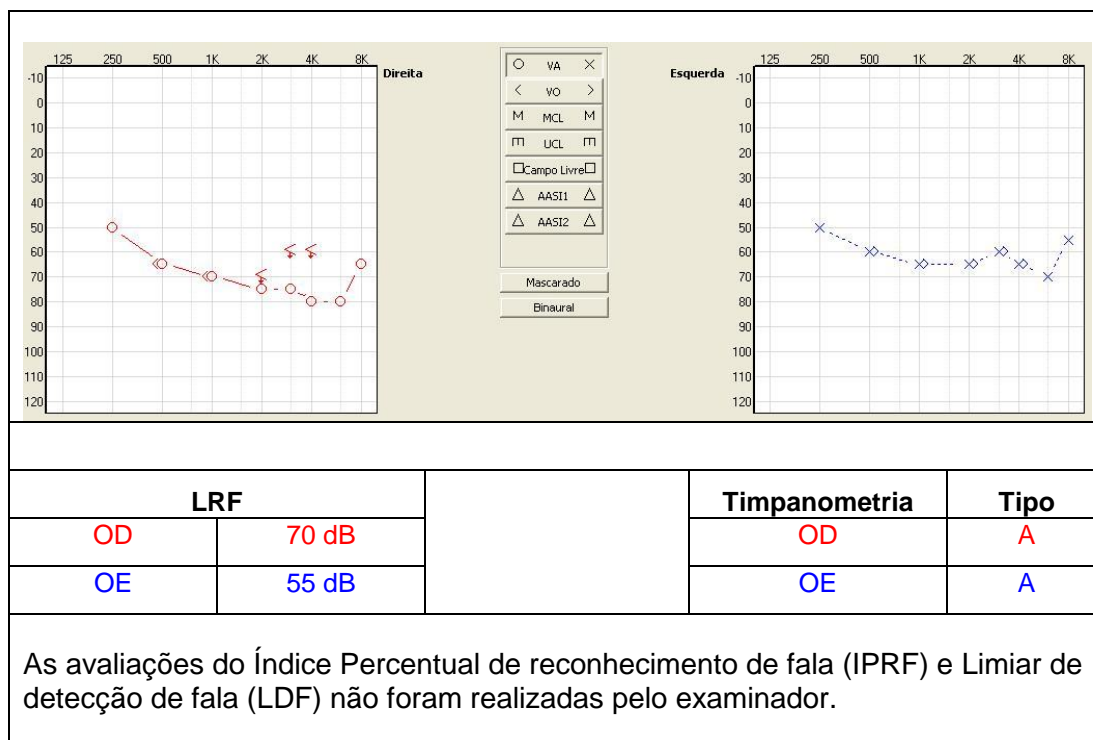


Figura 2 - Audiometria tonal (via aérea) de G.S. realizada aos sete anos e nove meses de idade [Adaptada do software NOAH versão 3.5.2 2200C - HINSA]

Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência: realizado aos sete anos e nove meses de idade de G.S. demonstrado na Figura 3.

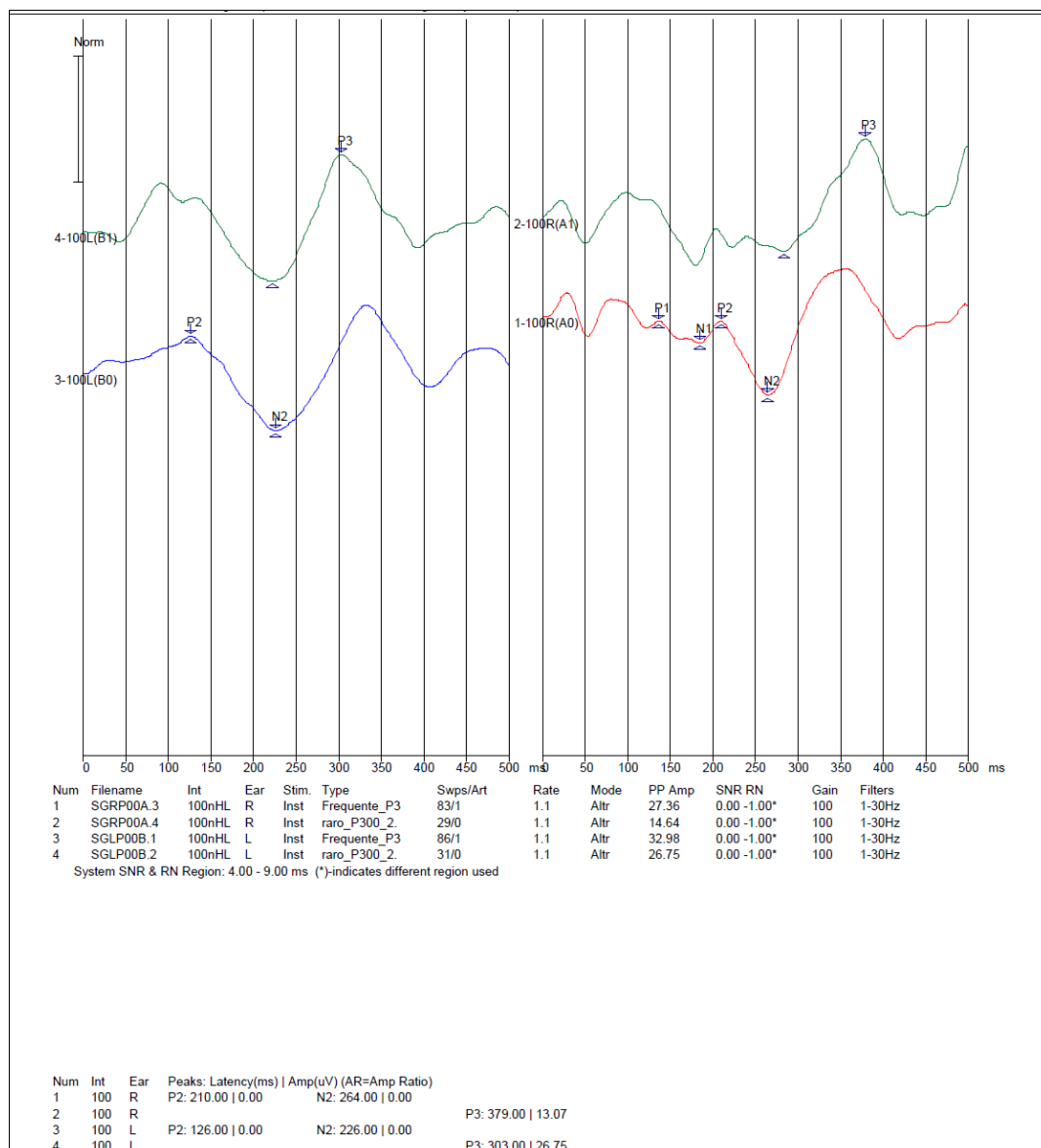


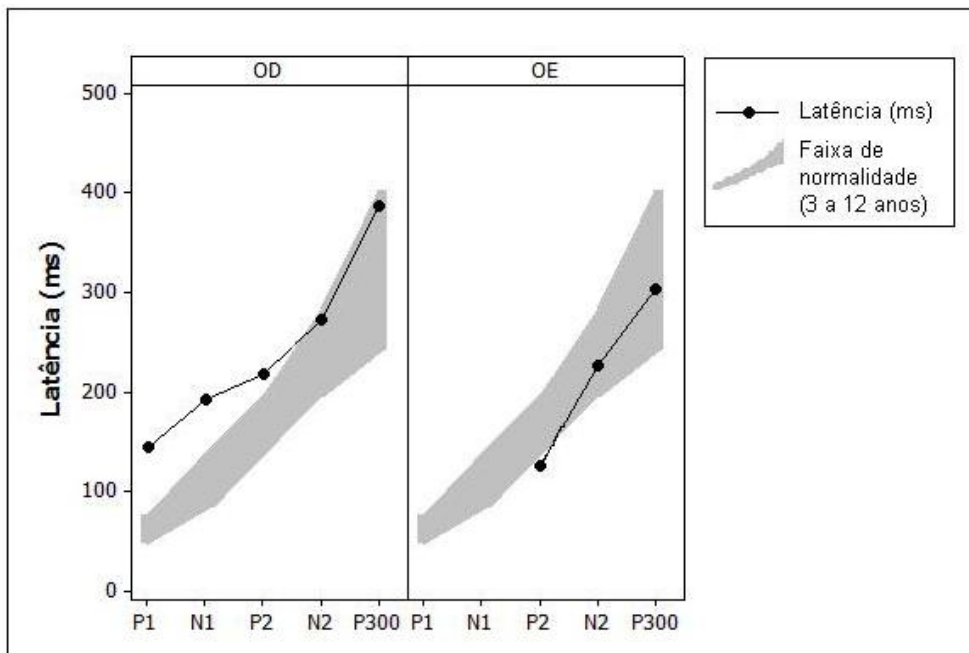
Figura 3 - Registro do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência de G.S. aos sete anos e nove meses de idade

Os resultados dos registros do PEALL de G.S. apresentaram, na orelha direita, as latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 em 136 ms, 185 ms, 210 ms, 264 ms e 379 ms, respectivamente. Na orelha esquerda, os componentes P1 e N1 apresentaram-se ausentes, e o registro

dos componentes P2, N2 e P300, nas latências de 126 ms, 226 ms e 303 ms, respectivamente.

Esses valores são demonstrados no Gráfico 3, sendo que a área destacada em cinza delimita os valores máximos e mínimos da normalidade das latências do PEALL para a idade entre três e 12 anos, segundo McPherson (1996). A curva preta demonstra os valores de latência registrados no exame de G.S.

Gráfico 3 - Valores de latência do PEALL de G.S. e limites de normalidade segundo McPherson (1996)



A partir do gráfico acima, é possível observar um aumento das latências dos componentes P1, N1 e um discreto aumento de latência no componente P2 na orelha direita, além da ausência dos componentes P1 e N1 na orelha esquerda.

4.2 Caso 2

Nome do sujeito: C. G. M.	
Idade: 11 anos	Data de nascimento: 10/06/1999
Escolaridade: 4ª série (ensino fundamental)	
Idade do diagnóstico: 10 meses	
Idade do início da estimulação: 2 anos e 10 meses	
Tempo de privação auditiva: 2 anos e 10 meses	
Diagnóstico: OD: Perda auditiva neurosensorial de grau severa a profundo	
OE: Perda auditiva neurosensorial de grau leve a severo	
Etiologia: Meningite aos 21 dias do nascimento	
AASI: OD: D71 HP Lumina (Beltone)	Uso sistemático? Não
OE: D61 Lumina (Beltone)	Uso sistemático? Não
Idade na data de realização do registro: 11 anos e 11 meses	
Tempo de estimulação auditiva (até a data do exame): 9 anos e 1 mês	
Em terapia fonoaudiológica? R: Não. Havia recebido alta da terapia há 5 meses	

O paciente frequentava atendimento fonoaudiológico desde os dois anos de idade na DERDIC, recebendo alta com 10 anos. O registro do PEALL aconteceu cinco meses após a alta da terapia fonoaudiológica.

C.G.M. possui perda auditiva como única sequela de meningite contraída após 21 dias de nascimento. O diagnóstico ocorreu aos 10 meses de idade, por meio do exame PEATE por estímulo *click*, realizado sob anestesia geral. O sujeito apresentou limares eletrofisiológicos a 90 dB NA

na OD; e 70 dB NA na OE. Na avaliação audiológica comportamental em campo livre, realizada ainda quando C.G.M. tinha um ano e três meses de idade, apresentou limiares compatíveis com uma perda auditiva moderada à profunda.

Diante desses resultados, C.G.M. iniciou processo de seleção e adaptação de AASI aos dois anos e 10 meses de idade, sendo os aparelhos emprestados para experiência domiciliar e os pais orientados a observar o comportamento auditivo do sujeito. Os aparelhos emprestados, *L32 (Widex)* para a orelha direita e *L9 (Widex)* para a orelha esquerda, possuem as seguintes características eletroacústicas, segundo dados do fabricante (Norma: ANSI - Acoplador de 2cc):

L9:

Ganho máximo: 58 dB

Saída Máxima: 122 dB

Faixa de frequência: 300 - 6200 Hz

L32:

Ganho máximo: 76 dB

Saída Máxima: 138 dB

Faixa de frequência: 100 - 4700 Hz

C.G.M. foi adaptado com os mesmos modelos de AASI aos três anos de idade. Mas, de acordo com o relatório de atendimento fonoaudiológico, inúmeras vezes ele relatava incômodo diante de diversos sons.

Quando completou seis anos de idade, C.G.M. foi adaptado com novos modelos de AASI, *D71 HP Lumina (Belton)* na orelha direita e *D61*

Lumina (Beltone) na orelha esquerda, os quais vinham sendo utilizados até a data do presente estudo. Os modelos apresentam as seguintes características eletroacústicas, segundo o fabricante (Norma: ANSI – Acoplador de 2cc):

D71 HP Lumina

Ganho Máximo: 68 dB

Saída Máxima: 135 dB

Faixa de frequência: <100 - 6530 Hz

D61 Lumina

Ganho máximo: 51 dB

Saída Máxima: 120 dB

Faixa de Frequência:<100 - 6530 Hz

No mesmo ano, após a adaptação do AASI, foram realizados os exames de Emissões Otoacústicas (EOA) evocadas por estímulo transiente e PEATE, tendo como resultados:

- EOA transientes: Conclusão do exame: “Emissões Otoacústicas Evocadas Transientes ausentes em ambas as orelhas”.
- PEATE: Conclusão do exame: “Audiometria de tronco cerebral evidenciando alteração neurosensorial”.

Na ocasião deste estudo, o paciente apresentava fala inteligível, sem trocas fonêmicas, mas com dificuldade na estruturação do discurso; por essa razão frequentou terapia fonoaudiológica até o final do ano de 2009, quando recebeu alta.

Após cinco meses da alta do atendimento fonoaudiológico, C.G.M teve seu PEALL registrado, sendo, para tanto, realizadas as seguintes avaliações: inspeção visual do meato acústico externo, sem obstrução; e timpanometria, apresentando curvas timpanométricas tipo A (Jerger, 1970), bilateralmente.

Para a realização do registro, a audiometria de C.G.M. havia sido atualizada há menos de um ano (Figura 4).

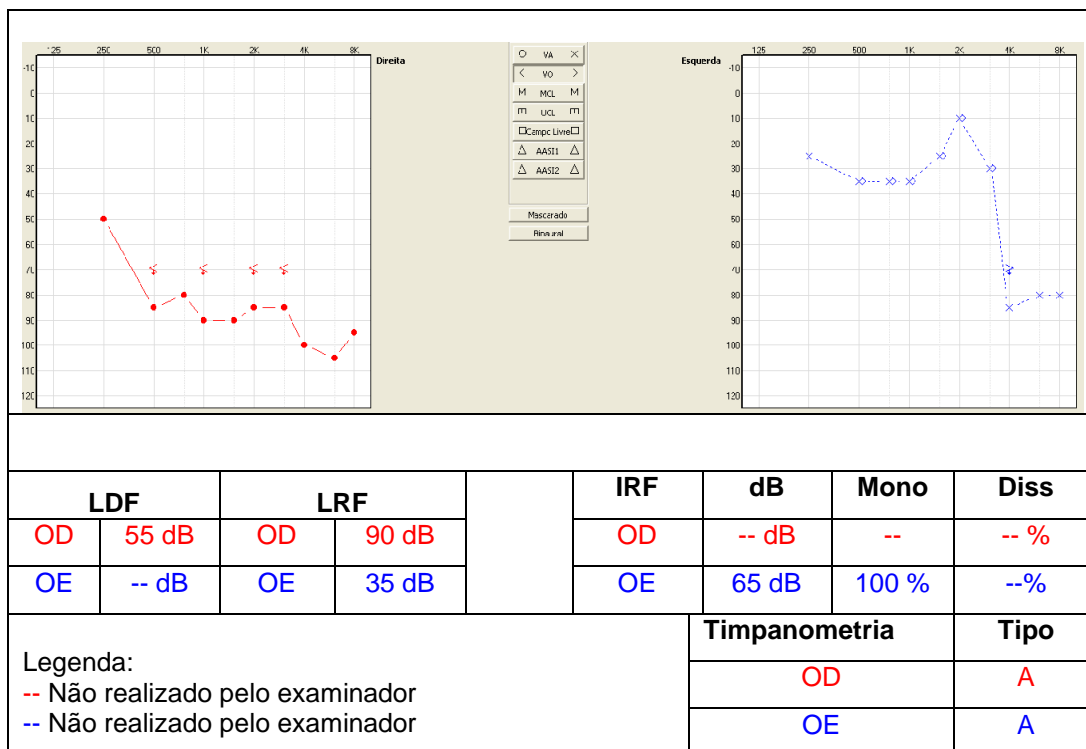


Figura 4 - Audiometria tonal (via aérea) de C.G.M. realizada aos 10 anos e nove meses de idade [Adaptada do software NOAH versão 3.5.2 2200C - HINSA]

Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência: Realizado aos 10 anos e 11 meses de idade de G.S. após cinco meses de alta da terapia fonoaudiológica (Figura 5).

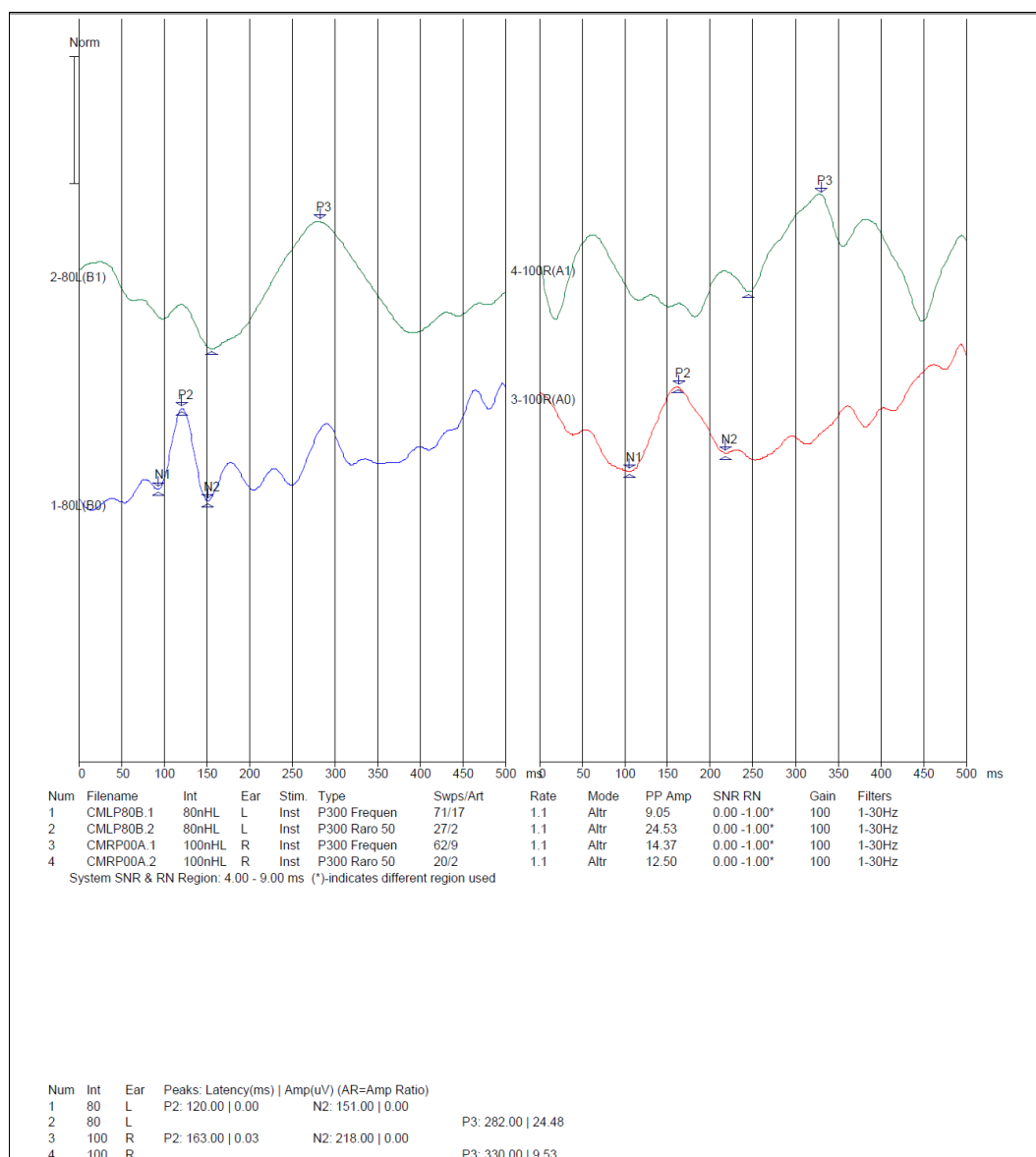
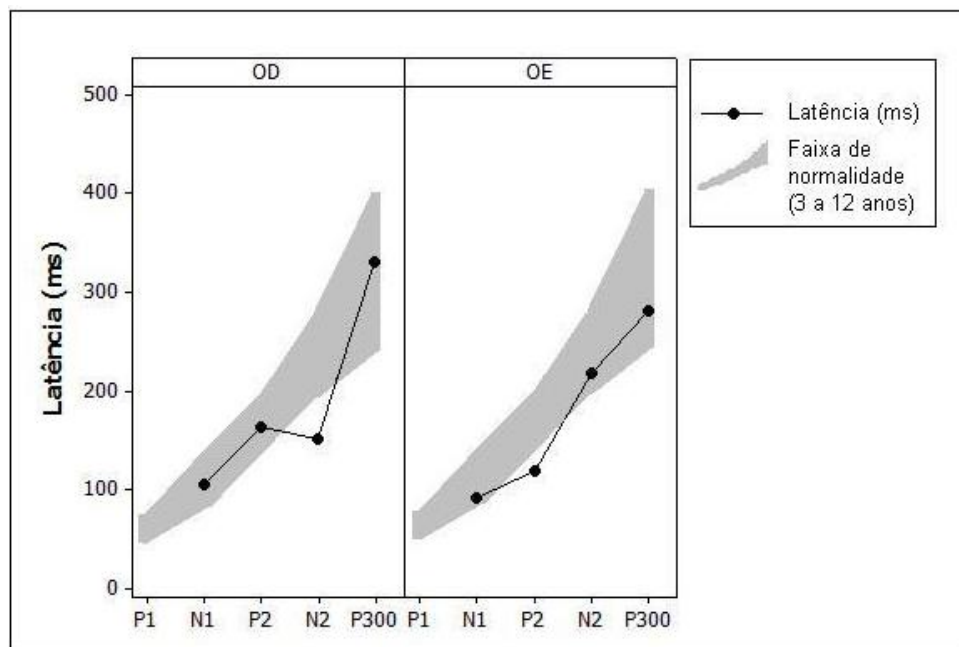


Figura 5 - Registro do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência de C.G.M. aos 10 anos e 11 meses de idade

Os resultados dos registros do PEALL de C.G.M. apresentaram o componente P1 ausente, e as latências dos componentes N1, P2, N2 e P300 em 105 ms, 163 ms, 218 ms e 330 ms, respectivamente, na orelha direita. Na orelha esquerda o componente P1 esteve ausente, e os componentes registrados N1, P2, N2 e P300 encontravam-se nas latências de 92 ms, 120 ms, 151 ms e 282 ms, respectivamente.

Esses valores são demonstrados no Gráfico 4, sendo que a área destacada em cinza delimita os valores máximos e mínimos da normalidade das latências do PEALL para a idade entre três e 12 anos, segundo McPherson (1996). A curva preta demonstra os valores de latência registrados no exame de C.G.M.

Gráfico 4 - Valores de latência do PEALL de C.G.M. e limites de normalidade segundo McPherson (1996)



A partir do gráfico acima, é possível observar ausência do componente P1 bilateralmente, e presença de todos os outros componentes do PEALL dentro dos padrões de normalidade para a idade de 3 a 12 anos, como descrito por McPherson (1996).

4.3 Caso 3

Nome do sujeito: A.L.R.	
Idade: 12 anos	Data de nascimento: 08/02/1998
Escolaridade: 5ª série (ensino regular)	
Idade do diagnóstico: 3 meses	
Idade do início da estimulação: 4 anos e 6 meses	
Tempo de privação auditiva: 4 anos e 6 meses	
Diagnóstico: OD: Perda auditiva neurosensorial de grau severo a profundo	
OE: Perda auditiva neurosensorial de grau moderado a severo	
Etiologia: Hereditariedade. Genética: herança do distúrbio auditivo, caracterizado como autossômico recessivo	
AASI: OD: <i>Audioflex 120 (Bernafon)</i>	Uso sistemático? Sim
OE: <i>Audioflex 120 (Bernafon)</i>	Uso sistemático? Sim
Idade na data de realização do registro: 12 anos e 3 meses	
Tempo de estimulação auditiva (até a data do exame): 7 anos e 10 mês	
Em terapia fonoaudiológica? R: Sim	

A paciente A.L.R. vinha sendo atendida na DERDIC desde os três anos e seis meses de idade. Nasceu de parto cesariano, sem intercorrências pré, peri e pós-natais. Seus pais perceberam a perda auditiva quando a filha tinha dois anos de idade, pois ela não falava. Procuraram atendimento otorrinolaringológico na época, no entanto, a criança foi diagnosticada apenas aos três anos de idade, por meio das resposta no PEATE.

Os resultados do PEATE realizado aos três anos de idade demonstraram:

- Intervalos interpicos mantidos, com limiares a 60 dB - 30 dB NA à esquerda. À direita, ausência de respostas a 120 dB.

Conclusão do exame: Exame normal à esquerda, e sugestivo de perda auditiva profunda à direita, podendo haver conservação dos graves.

Após o diagnóstico da perda auditiva, quando tinha três anos e seis meses de idade, a paciente iniciou atendimento fonoaudiológico e processo de seleção e adaptação de AASI na DERDIC.

No entanto, fatores pessoais impossibilitaram a família de comparecer às terapias fonoaudiológicas e testagem dos AASI. A.L.R ficou seis meses sem comparecer à terapia, retornando ao Programa de Audiologia Educacional quando já estava com quatro anos e seis meses de idade.

Aos cinco anos de idade, foi encaminhada pelo médico otorrinolaringologista da DERDIC para a realização da Avaliação Genética no Laboratório da Universidade de São Paulo, apresentando o seguinte resultado:

- Teste molecular relacionado ao distúrbio de audição (Laboratório de Genética Humana. Departamento de Biologia. Instituto de Biociências Universidade de São Paulo) - Conclusão: o distúrbio de audição presente na paciente decorre da presença, em homozigose, de uma mutação denominada 35delG no gene da Conexina 26 (GJB2). O mecanismo de herança do distúrbio auditivo nessa família fica caracterizado como autossômico recessivo.

Somente quando A.L.R estava com cinco anos de idade foram finalizados os testes com AASI, além do início imediato do uso dos aparelhos. Os modelos de AASI utilizados, *Audioflex 120 (Bernafon)*, apresentam as

seguintes características eletroacústicas, segundo dados do fabricante (Norma: ANSI - Acoplador de 2cc):

Ganho Máximo: 70 dB

Saída Máxima: 133 dB

Faixa de Frequência: 120 - 5700 Hz

Aos oito anos de idade, A.L.R realizou Tomografia Computadorizada, apresentando resultados dentro dos padrões de normalidade. E quando tinha nove anos, foi submetida ao exame de Ressonância Magnética do Encéfalo, o qual apresentou os seguintes resultados:

- Ressonância Magnética do Encéfalo

Impressão Diagnóstica:

- Achado sugestivo de meningocele frontal à esquerda;

Persistência do cavum do septo pelúcido e vergae (variações anatômicas)

Com essa mesma idade, a paciente realizou PEATE, apresentando os seguintes resultados:

- PEATE aos nove anos de idade:

OD: ausência de respostas reprodutíveis na maior intensidade do equipamento (100 dB NA). Microfonismo coclear na maior intensidade do equipamento (100 dB NA).

OE: Presença de ondas I, III, V com morfologia normal e latências III e V discretamente alargadas. Interpico I-III, III-V e I-V normais. Limiar eletrofisiológico em 60dB NA.

Conclusão do exame: exame sugestivo de perda auditiva neurossensorial moderada à esquerda e profunda à direita, de origem coclear.

Apesar da presença de microfonia à direita, não há dados no prontuário deste sujeito quanto à pesquisa de neuropatia auditiva.

A.L.R. vinha utilizando linguagem oral para comunicação, e na ocasião do estudo frequentava terapia fonoaudiológica para trabalhar trocas fonêmicas e estimular ainda mais a oralidade e também a linguagem escrita.

Para a realização do registro do PEALL foram realizadas as seguintes avaliações: inspeção visual do meato acústico externo, sem obstrução; timpanometria, apresentando curvas timpanométricas tipo A (Jerger, 1970), bilateralmente e audiometria (Figura 6), pois sua última audiometria havia sido realizada há mais de um ano.

do registro do PEALL (Figura 2).

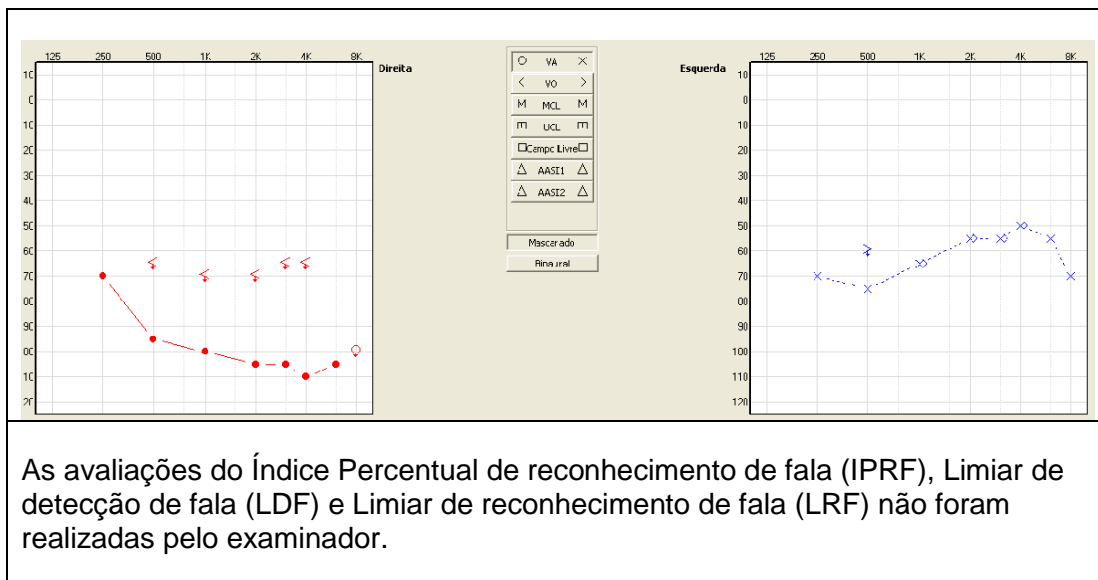


Figura 6 - Audiometria tonal (via aérea) de A.L.R. realizada aos 12 anos e três meses de idade [Adaptada do software NOAH versão 3.5.2 2200C - HINSA]

Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência: Realizado aos 12 anos e três meses de idade de A.L.R. (Figura 7).

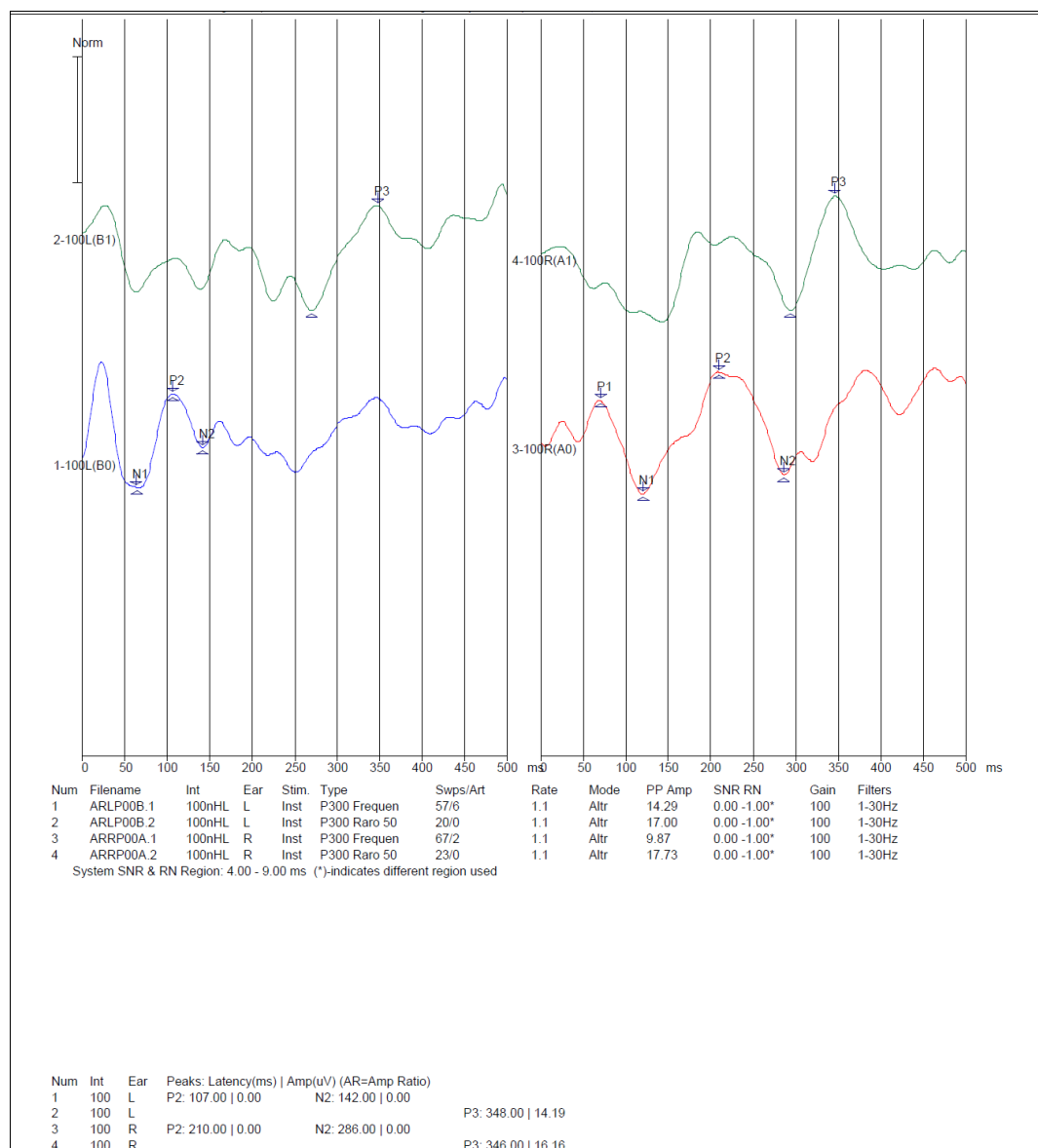


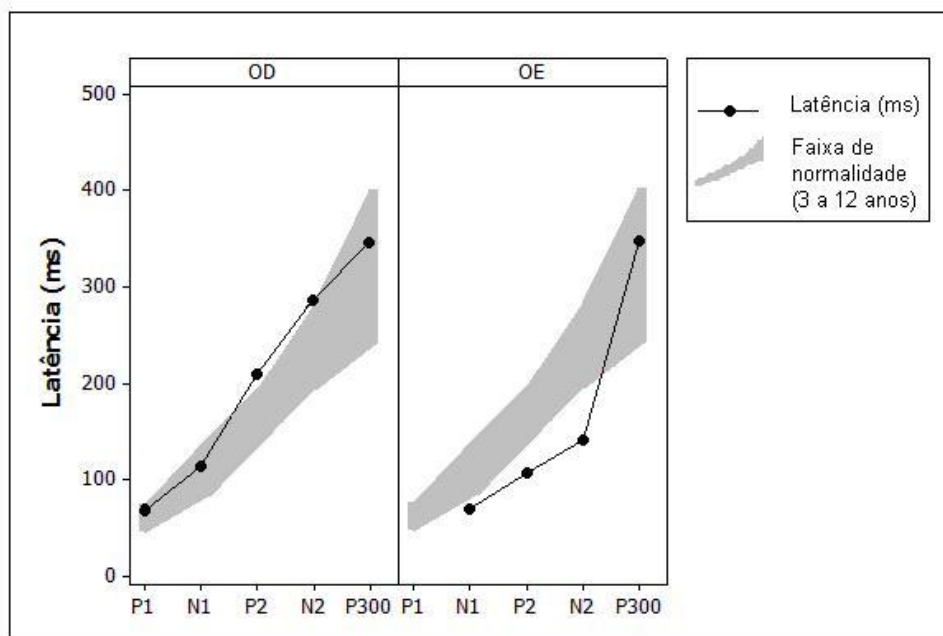
Figura 7 - Registro do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência de A.L.R. aos 12 anos e três meses de idade

Os resultados dos registros do PEALL de A.L.R. apresentaram, na orelha direita, as latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 em 69 ms, 115 ms, 210 ms, 286 ms e 346 ms, respectivamente. Na orelha esquerda o componente P1 apresentou-se ausente, e os componentes

registrados N1, P2, N2 e P300 nas latências de 70 ms, 107 ms, 142 ms e 348 ms, respectivamente.

Esses valores são demonstrados no Gráfico 5, sendo que a área destacada em cinza delimita os valores máximos e mínimos da normalidade das latências do PEALL para a idade entre três e 12 anos, segundo McPherson (1996). A curva preta demonstra os valores de latência registrados no exame de A.L.R.

Gráfico 5 - Valores de latência do PEALL de A.L.R e limites de normalidade segundo McPherson (1996)



A partir do gráfico acima, é possível observar que os componentes P2 e N2 possuem um discreto aumento da latência na orelha direita, enquanto, na orelha esquerda, todos os outros componentes da PEALL estiveram presentes dentro dos padrões de normalidade para a idade de três a 12 anos, conforme descrito por McPherson (1996).

4.4 Caso 4

Nome do sujeito: K.E.Q.C.	
Idade: 15 anos	Data de nascimento: 30/07/1995
Escolaridade: 6ª série (ensino regular)	
Idade do diagnóstico: 3 anos e 4 meses	
Idade do início da estimulação: 3 anos e 5 meses	
Tempo de privação auditiva: 3 anos e 5 meses	
Diagnóstico: OD: Perda auditiva neurosensorial de grau severo a profundo	
OE: Perda auditiva neurosensorial de grau moderado a profundo	
Etiologia: idiopática	
AASI: OD: <i>Sumo DM (Oticon)</i>	Uso sistemático? Sim
OE: <i>Sumo DM (Oticon)</i>	Uso sistemático? Sim
Idade na data de realização do registro: 14 anos e 10 meses	
Tempo de estimulação auditiva (até a data do exame): 10 anos e 6 meses	
Em terapia fonoaudiológica? R: Não. Registro do PEALL após cinco meses da alta da terapia fonoaudiológica	

A mãe procurou atendimento na DERDIC quando sua filha tinha três anos e três meses de idade, sendo que, pelo fato de suspeitar de algum problema, pois a menina não falava nada, desde que tinha dois anos e 10 meses, K.E.Q.C. frequentava atendimento no posto de saúde. Não havia antecedentes familiares, nem de infecção otológica; a gestação transcorreu sem intercorrências, com o bebê nascendo a termo, de parto cesariano e com sofrimento fetal.

Aos dois anos de idade, K.E.Q.C. realizou Tomografia Computadorizada apresentando resultado normal.

Aos três anos e quatro meses foi diagnosticada com perda auditiva, tendo início o processo de seleção e indicação de AASI. Após um mês, depois de o processo ter finalizado, a mãe adquiriu os aparelhos, sendo, então, o início da estimulação auditiva aos três anos e cinco meses de idade. Os AASI utilizados por K.E.Q.C. na época foram os de modelo *155PP AGCI Amplius (Danavox)*, com as seguintes características eletroacústicas, segundo informações do fabricante (Norma: ANSI - Acoplador de 2cc):

Ganho máximo: 73 dB

Saída máxima: 134 dB

Faixa de frequência: 160 - 4800 Hz

No ano de 2003, houve a necessidade de substituição dos aparelhos, o que ocorreu após novo processo de seleção, quando K.E.Q.C. estava com oito anos e três meses de idade. O modelo indicado foi *B32 (Widex)*, bilateralmente, apresentando a seguinte característica eletroacústica, segundo dados do fabricante (Norma: ANSI - Acoplador de 2cc):

Saída máxima: 138 dB

No entanto, uma nova indicação de AASI foi realizada aos 13 anos de idade, em função de furto dos AASI utilizados até então. O processo de seleção destes novos AASI aconteceu no primeiro semestre de 2009. Assim, a paciente recebeu seus novos AASI aos 14 anos de idade. O modelo selecionado desta vez *Some DM (Oticon)*, apresentava as seguintes características eletroacústicas, segundo dados do fabricante (Norma: ANSI - Acoplador de 2cc):

Ganho máximo: 82 dB

Saída Máxima: 142 dB

Faixa de Frequência: 100 - 5000 Hz

Na ocasião deste estudo, a paciente fazia uso da linguagem oral para se comunicar. A terapia fonoaudiológica tinha como enfoque o trabalho com a linguagem escrita e a compreensão de texto. Também eram apresentadas situações terapêuticas para a melhoria da linguagem oral e ampliação de vocabulário. K.E.Q.C. vinha sendo acompanhada na DERDIC nas consultas otorrinolaringológicas e monitoramentos das audiometrias, no entanto, não frequentava mais as terapias fonoaudiológicas, tendo recebido alta no final de 2009. Dessa forma, o registro do PEALL foi realizado após cinco meses sem terapia fonoaudiológica, mas com a utilização sistemática dos seus AASI.

Para a realização do registro do PEALL, foram realizadas as seguintes avaliações: inspeção visual do meato acústico externo, sem obstrução; e timpanometria, apresentando curvas timpanométricas tipo A (Jerger, 1970), bilateralmente.

Para a realização do registro, a audiometria de K.E.Q.C. havia sido atualizada há menos de um ano (Figura 8).

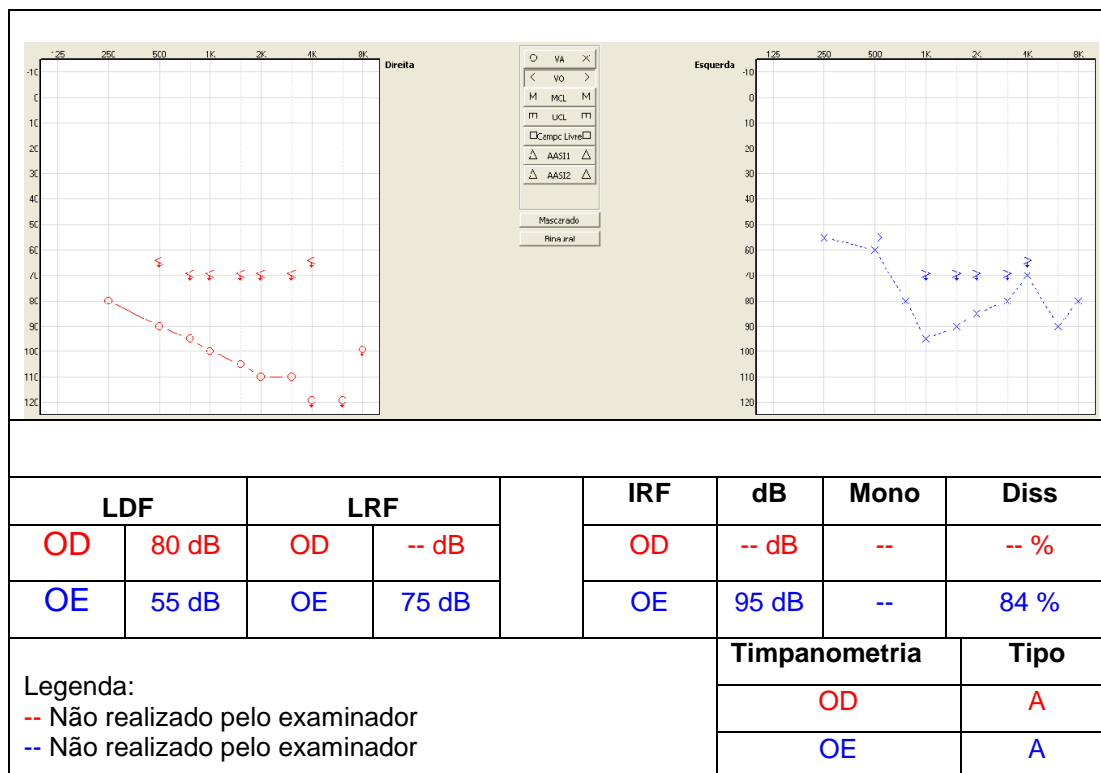


Figura 8 - Audiometria tonal (via aérea) de K.E.Q.C. realizada aos 14 anos e nove meses de idade [Adaptada do software NOAH versão 3.5.2 2200C - HINSA]

Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência: Realizado aos 14 anos e 10 meses de idade (Figura 9).

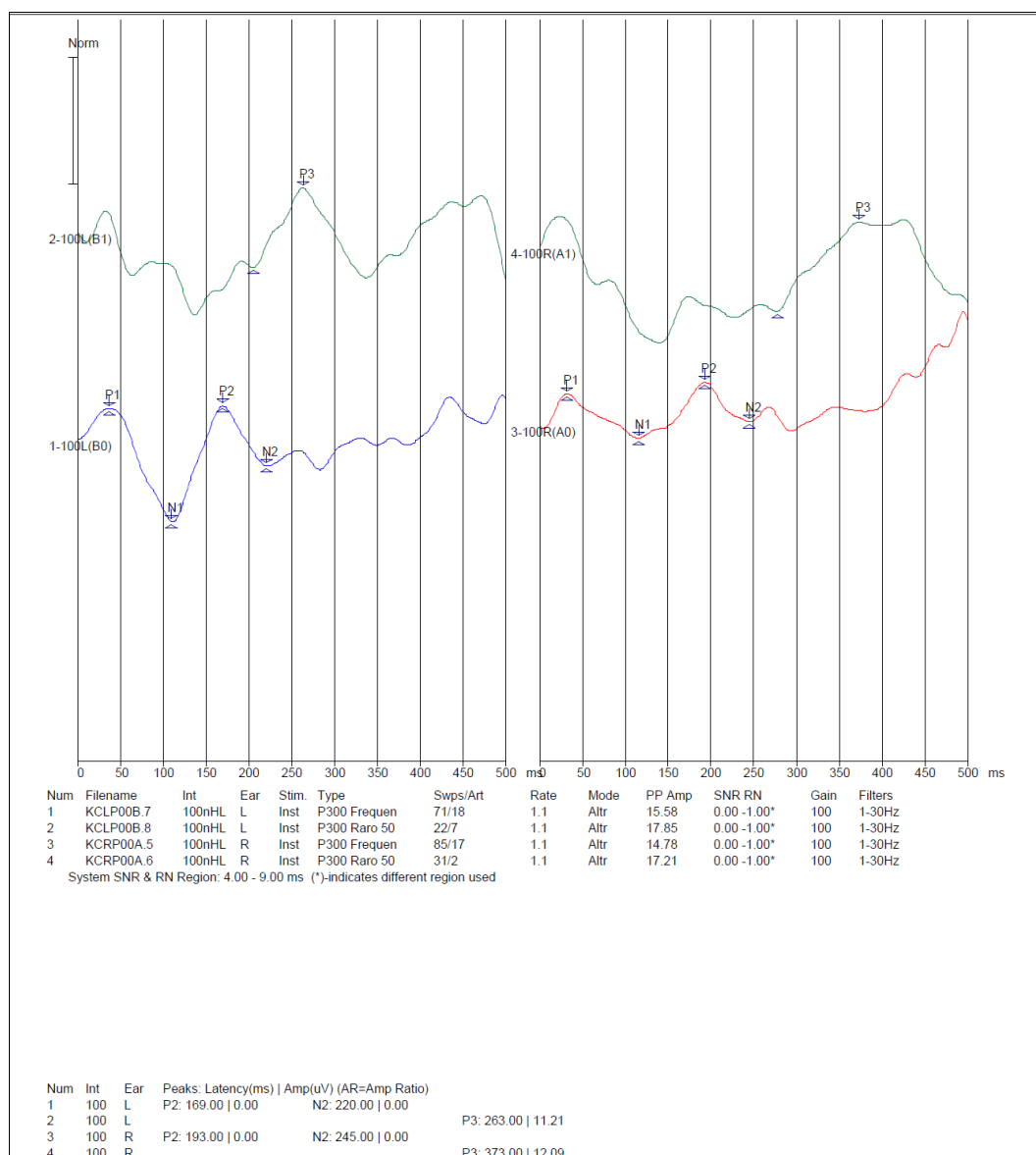
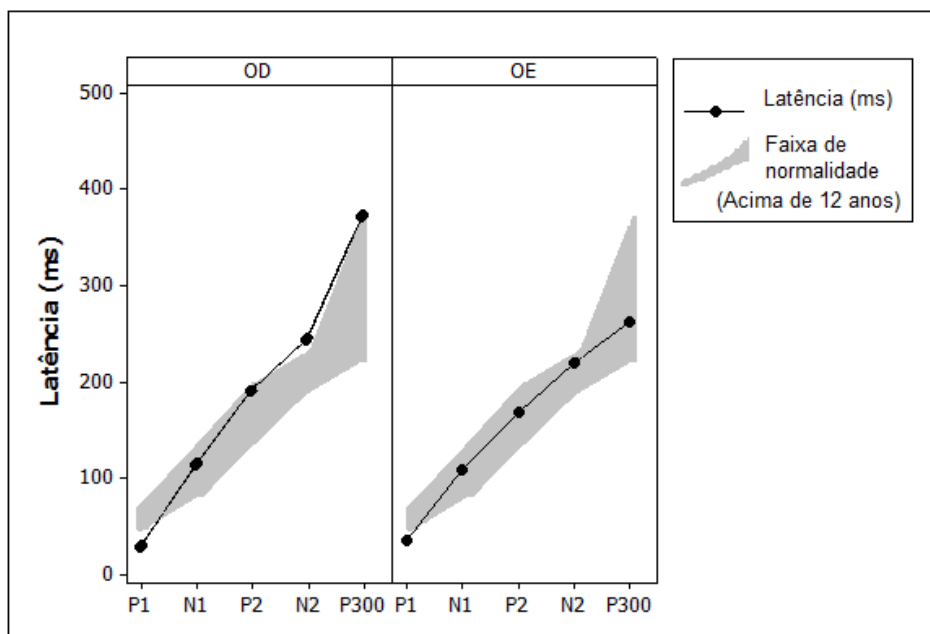


Figura 9 - Registro do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência de K.E.Q.C. aos 14 anos e 10 meses de idade

Os resultados dos registros do PEALL de K.E.Q.C. apresentaram, na orelha direita, as latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 em 31 ms, 116 ms, 193 ms, 245 ms e 373 ms, respectivamente. E na orelha esquerda, os componentes registrados P1, N1, P2, N2 e P300 apresentaram-se nas latências de 36 ms, 109 ms, 169 ms, 220 ms e 263 ms, respectivamente.

Esses valores são demonstrados no Gráfico 6, sendo que a área pintada em cinza delimita os valores máximos e mínimos da normalidade das latências do PEALL para a idade entre 12 anos e idade adulta, segundo McPherson (1996). A curva preta demonstra os valores de latência registrados no exame de K.E.Q.C..

Gráfico 6 - Valores de latência do PEALL de K.E.Q.C. e limites de normalidade segundo McPherson (1996)



A partir do gráfico acima, é possível observar os componentes N2 e P300 com discreto aumento da latência na orelha direita, além da presença de todos os outros componentes da PEALL, na orelha esquerda, dentro dos padrões de normalidade para a idade de 12 anos à idade adulta, conforme descrito por McPherson (1996).

4.5 Caso 5

Nome do sujeito: R. C. S.	
Idade: 19 anos	Data de nascimento: 13/06/1991
Escolaridade: 7 ^a série (ensino médio)	
Idade do diagnóstico: 1 ano e 10 meses	
Idade do início da estimulação: 3 anos	
Tempo de privação auditiva: 3 anos	
Diagnóstico: OD: Perda auditiva neurossensorial de grau severo a profundo	
OE: Perda auditiva neurossensorial de grau profundo	
Etiologia: Rubéola congênita (provável etiologia)	
AASI: OD: <i>Sumo DM (Oticon)</i>	Uso sistemático? Não
OE: <i>Sumo DM (Oticon)</i>	Uso sistemático? Não
Idade na data de realização do registro: 18 anos em ambos os exames realizados	
Tempo de estimulação auditiva (até a data do exame): 15 anos (assistematicamente)	
Em terapia fonoaudiológica? R: Não. Há cinco meses sem terapia fonoaudiológica	

Em terapia fonoaudiológica?

A mãe de R.C.S. teve uma gestação sem intercorrências, mas não realizou pré-natal; a menina nasceu de parto normal, prematura (oito meses), roxa e demorou a chorar. Aos seis meses, a mãe desconfiou de surdez, pois não conseguia a atenção da filha enquanto brincavam juntas, só quando estavam de frente uma da outra.

R.C.S. foi encaminhada por uma unidade de saúde, por atraso de linguagem relacionado com surdez, para outro serviço de referência no atendimento de deficientes auditivos. Neste local foi realizado PEATE quando a paciente possuía um ano e 10 meses de idade, apresentando os seguintes resultados:

- **PEATE:** Ausência de respostas a 100 dB NA bilateralmente, no PEATE. Conclusão: Exame sugestivo de perda auditiva profunda bilateral.

Nesse ano, foi então diagnosticada com perda auditiva neurossensorial bilateral profunda e encaminhada à DERDIC.

Iniciou atendimento no Programa de Audiologia Educacional quando tinha três anos de idade, realizando testagem com AASI, que foi finalizada no mesmo ano. A paciente foi encaminhada para os núcleos de doação de aparelhos.

Enquanto não conseguia a doação, R.C.S. permaneceu até os quatro anos sem AASI, trocando os aparelhos, para testes domiciliares. Em terapia, utilizava *S46OL (Philips)*. Desta forma, a estimulação auditiva por meio do AASI era bastante assistemática.

O AASI utilizado nessa ocasião apresenta as seguintes características eletroacústicas, segundo dados do fabricante (Norma: ANSI - Acoplador de 2cc):

Ganho máximo: 72 dB

Saída Máxima: 136 dB

Faixa de Frequência: 100 - 5100 Hz

Em agosto de 1995, quando possuía quatro anos de idade, R.C.S adquiriu dois aparelhos modelo *G2E (Widex)*, com as seguintes características eletroacústicas, segundo dados do fabricante (Norma: ANSI - Acoplador de 2cc):

Saída Máxima: 140 dB

No entanto, R.C.S. utilizava esses AASI de forma muito assistemática; muitas vezes colocava-os apenas para ir à escola e, quando retornava para casa, retirava-os.

Nesses anos, além do histórico de uso assistemático dos AASI, eles quebraram quando R.C.S. estava com seis anos, e ela permaneceu sem os aparelhos até os sete anos de idade. Nesse período, eram emprestados diversos aparelhos pela DERDIC, no entanto, sua utilização acontecia de forma assistemática.

Mais uma vez, agora aos nove anos de idade, um dos aparelhos quebrou, não sendo possível consertá-lo. No período até 2002 (11 anos de idade), os aparelhos quebraram novamente e a paciente ficou sem nenhuma amplificação.

Neste mesmo ano (aos 11 anos de idade) começou a utilizar o AASI *155PP AGCI Amplius da Danavox*, que apresenta as seguintes características eletroacústicas, segundo dados do fabricante (Norma: ANSI - Acoplador de 2cc):

Ganho máximo: 73 dB

Saída Máxima: 134 dB

Faixa de Frequência: 160 - 4800 Hz

Em 2007, R.C.S., já com 16 anos de idade, trocou seus aparelhos pelo modelo *Supero 412 (Phonak)*, que possui as seguintes características eletroacústicas, segundo dados do fabricante (Norma: ANSI - Acoplador de 2cc):

Ganho máximo: 80 dB

Saída Máxima: 140 dB

Faixa de Frequência: < 100 - 4700 Hz

Em 2007, realizou exames complementares, por solicitação do neurologista, pois estava apresentando episódios de desmaio. Os resultados desta avaliação demonstraram:

- Eletroencefalograma: dentro dos limites da normalidade, obtido em vigília e sono.
- Tomografia Computadorizada: Presença de mega-cisterna Magna.

O neurologista encaminhou a paciente para avaliação psicológica, visto que os resultados dos exames não justificavam os episódios de desmaios. Mãe e filha passaram por atendimento psicológico.

Na ocasião deste estudo, a paciente vinha apresentando fluência na fala, com poucos momentos ininteligíveis, utilizando-se de gestos e língua de sinais para auxiliar na comunicação. Também mostrava boa compreensão da fala do interlocutor, ainda que, diversas vezes, necessitasse de repetição reestruturada do enunciado ou auxílio da escrita. Na linguagem escrita apresentava dificuldade de estruturação.

Neste caso, o registro do PEALL se deu em dois momentos. No primeiro, a paciente frequentava terapia fonoaudiológica e utilizava o AASI,

ainda que de forma não sistemática. No segundo momento, encontrava-se há cinco meses sem terapia fonoaudiológica e sem estimulação auditiva por meio dos AASI, fato que foi constatado durante o agendamento do exame, quando a mãe informou que há cinco meses os AASI estavam sem pilha, pois não dispunha de condições financeiras para adquiri-las.

Para a realização do registro do PEALL foram realizadas as seguintes avaliações: inspeção visual do meato acústico externo, sem obstrução; e timpanometria, apresentando curvas timpanométricas tipo A (Jerger, 1970), bilateralmente e audiometria (Figura 10), pois sua última audiometria havia sido realizada há mais de um ano.

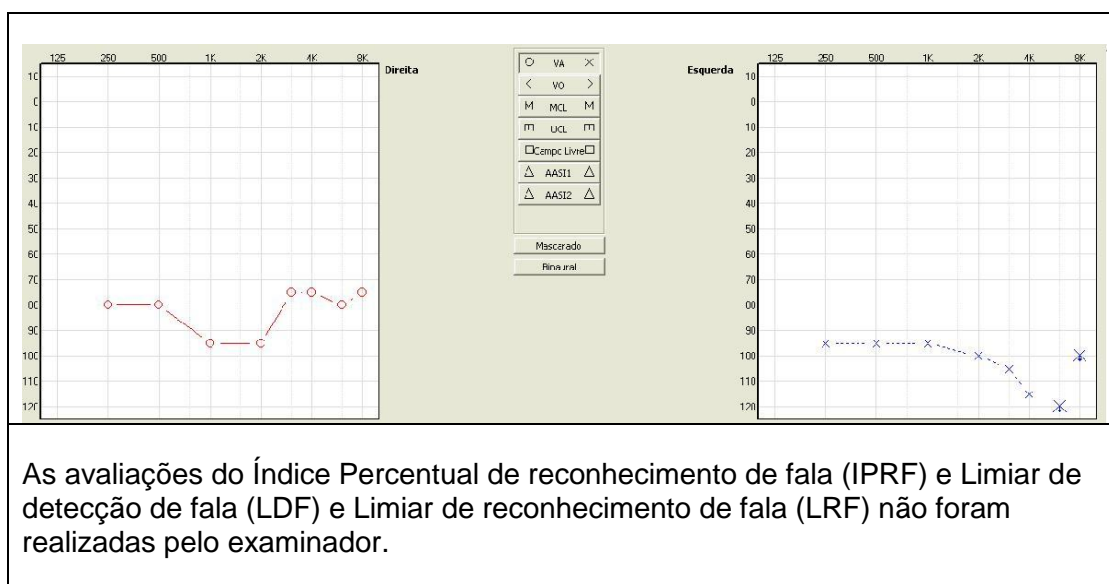


Figura 10 - Audiometria tonal (via aérea) de R.C.S. realizada aos 18 anos de idade [Adaptada do software NOAH versão 3.5.2 2200C - HINSA]

Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência: realizado aos 18 anos e quatro meses de idade (Figura 11) e aos 18 anos e nove meses (Figura 12).

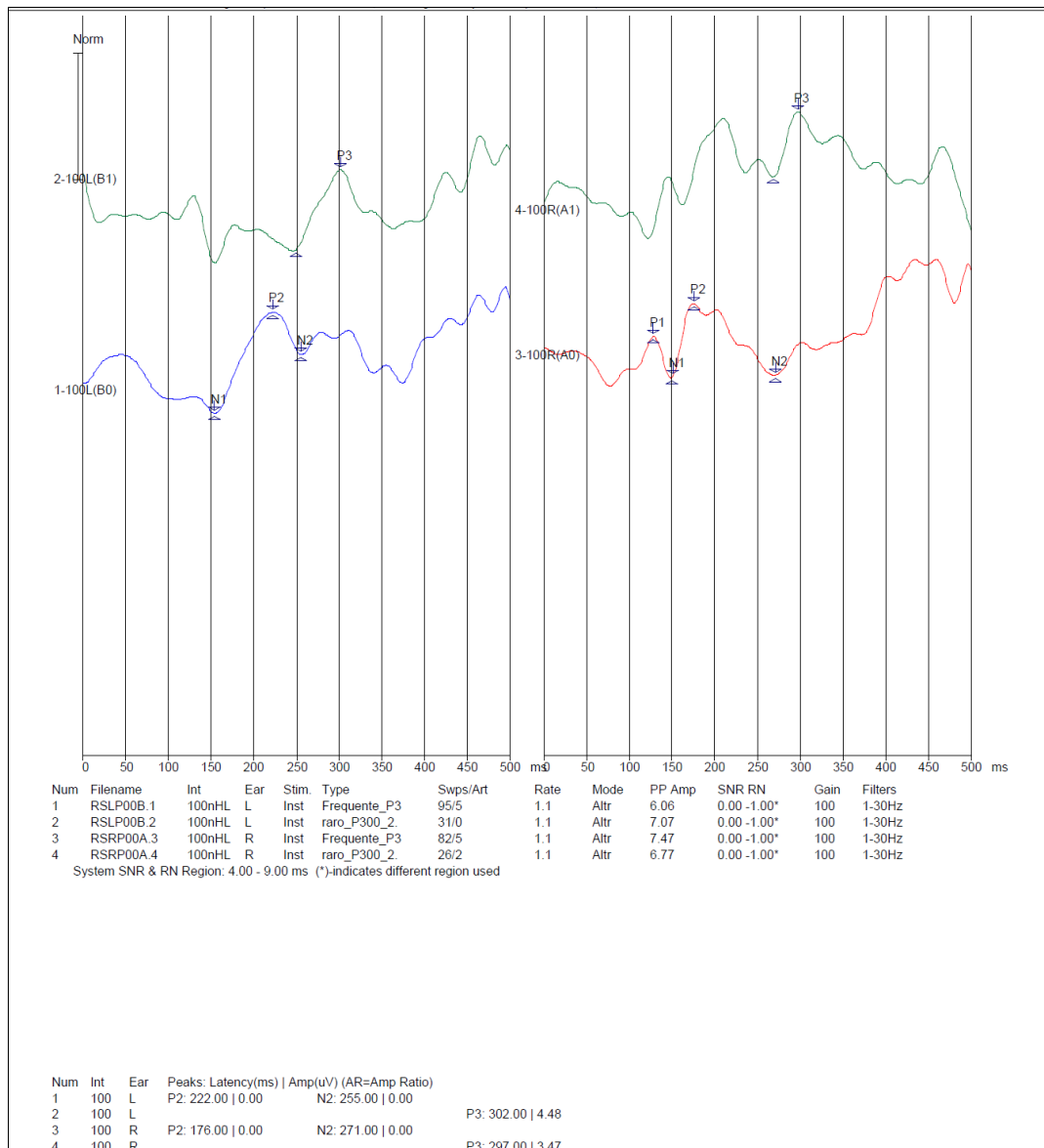
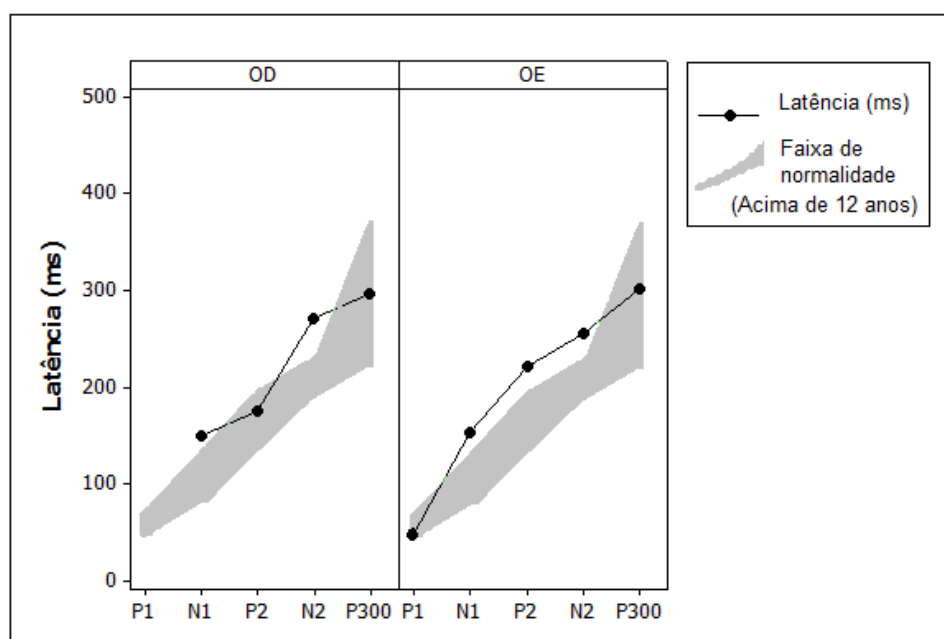


Figura 11 - Primeiro registro do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência de R.C.S. aos 18 anos e quatro meses de idade

Os resultados do primeiro registro do PEALL de R.C.S. apresentaram, na orelha direita, ausência do componente P1 e as latências dos componentes N1, P2, N2 e P300 em 150 ms, 176 ms, 271 ms e 297 ms, respectivamente. E na orelha esquerda, os componentes registrados P1, N1, P2, N2 e P300 encontravam-se nas latências de 49 ms, 153 ms, 222 ms, 255 ms e 302 ms, respectivamente.

Esses valores são demonstrados no Gráfico 7, sendo que a área destacada em cinza delimita os valores máximos e mínimos da normalidade das latências do PEALL para a idade entre 12 anos à idade adulta, segundo McPherson (1996). A curva preta demonstra os valores de latência registrados no exame de R.C.S.

Gráfico 7 - Valores de latência do PEALL de R.C.S. e limites de normalidade segundo McPherson (1996)



A partir do gráfico acima, é possível observar, na orelha direita, ausência do componente P1, aumento da latência dos componentes N1 e N2, e apenas os componentes P2 e P300 dentro dos padrões de normalidade para a idade de 12 anos à idade adulta, conforme descrito por McPherson (1996). Já na orelha esquerda, com exceção dos componentes P1 e P300, todos os outros componentes do PEALL foram registrados com uma latência aumentada.

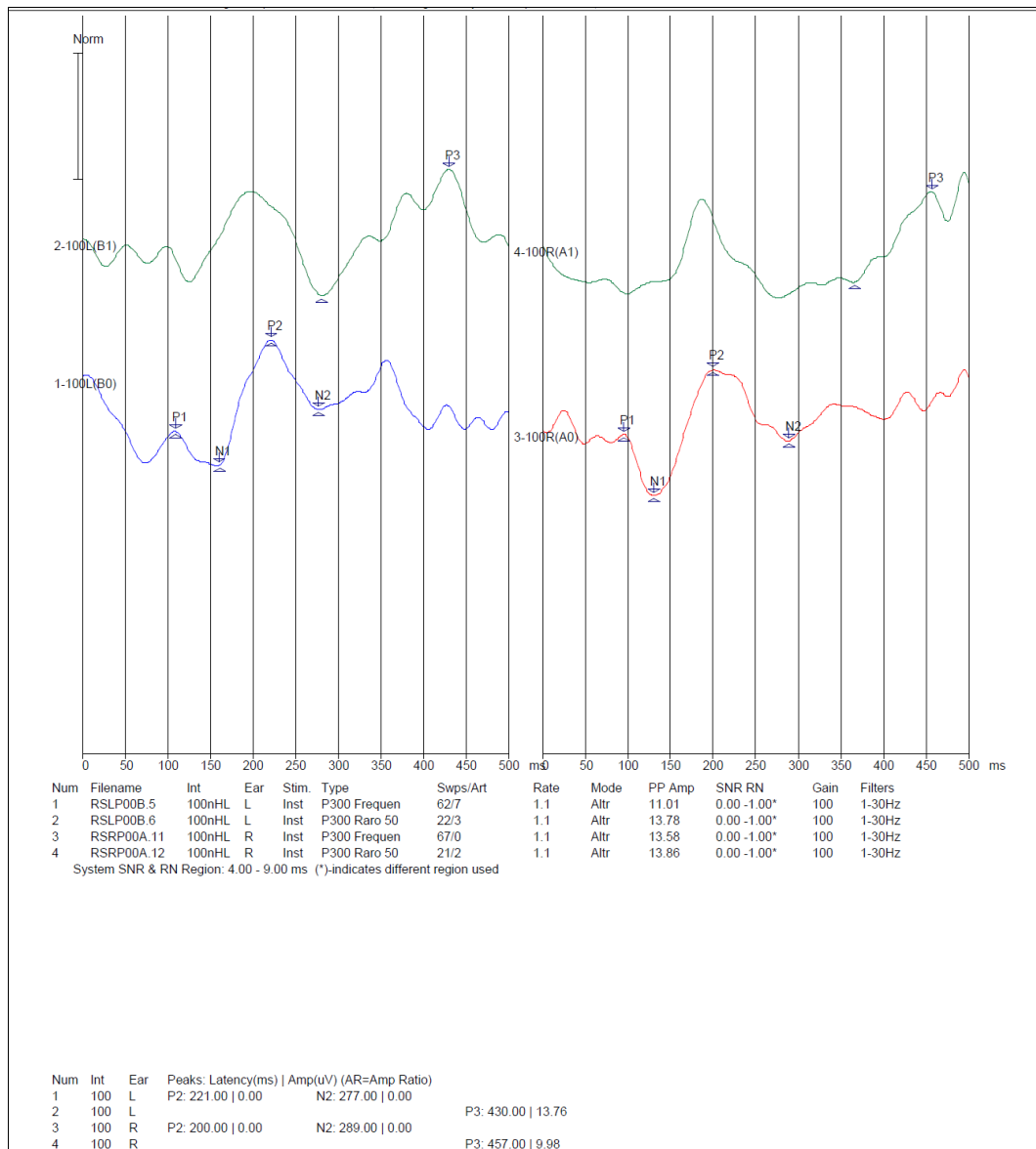
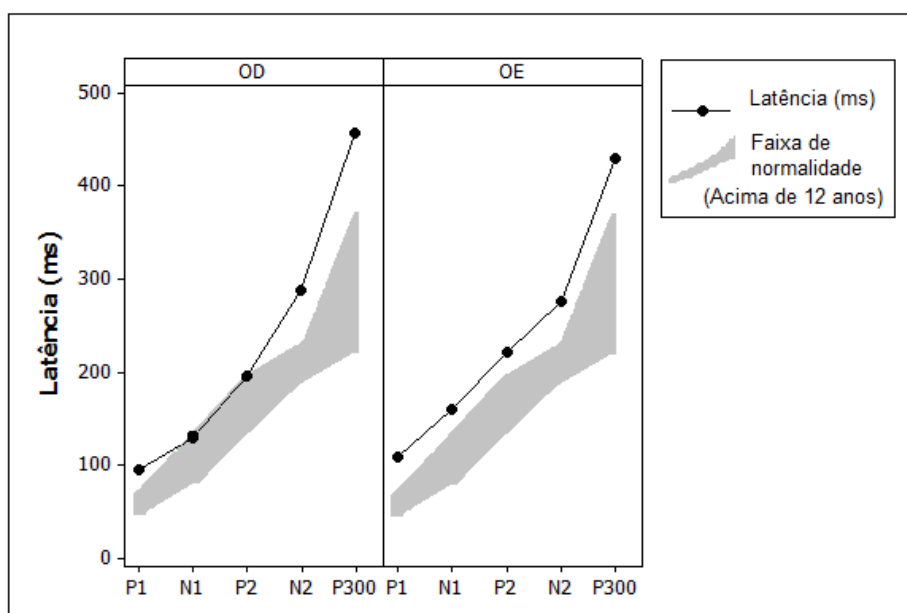


Figura 12 - Segundo registro do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência de R.C.S. aos 18 anos e nove meses de idade

Os resultados do segundo registro do PEALL de R.C.S. apresentaram, na orelha direita, latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 em 95 ms, 130 ms, 196 ms, 289 ms e 457 ms, respectivamente. E na orelha esquerda, os componentes registrados P1, N1, P2, N2 e P300 encontravam-se nas latências de 109 ms, 160 ms, 221 ms, 277 ms e 430 ms, respectivamente.

Esses valores são demonstrados no Gráfico 8, sendo que a área destacada em cinza delimita os valores máximos e mínimos da normalidade das latências do PEALL para a idade entre 12 anos à idade adulta, segundo McPherson (1996). A curva preta demonstra os valores de latência registrados no exame de R.C.S.

Gráfico 8 - Valores de latência do PEALL de R.C.S. e limites de normalidade segundo McPherson (1996)



A partir do gráfico acima, é possível observar, na orelha direita, aumento da latência dos componentes P1, N2 e P300, e apenas os componentes N1 e P2 nos limites da normalidade para a idade de 12 anos à idade adulta, conforme descrito por McPherson (1996). Já na orelha esquerda, todos os componentes do PEALL foram registrados com uma latência aumentada, tendo-se como referência os valores de normalidade descritos por McPherson (1996) para a idade de 12 anos à idade adulta.

4.6 Resultado Geral

Dados normativos dos Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência de acordo com a faixa etária (McPherson, 1996).

Gráfico 9 - Gráfico de normalidade dos valores de latência dos componentes P1 - N1 - P2 - N2 - P300, de acordo com a faixa etária de três a 12 anos, segundo McPherson (1996)

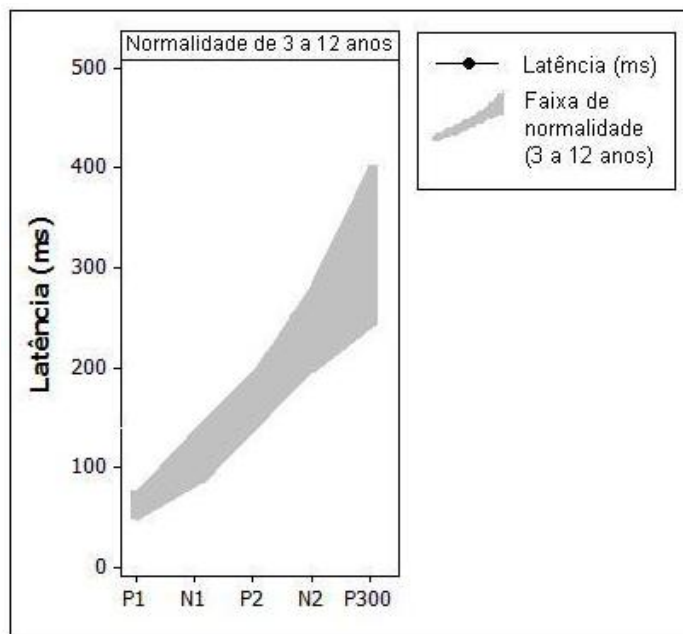


Gráfico 10 -Gráfico de normalidade dos valores de latência dos componentes P1 - N1 - P2 - N2 - P300, de acordo com a faixa etária acima de 12 anos, segundo McPherson (1996)

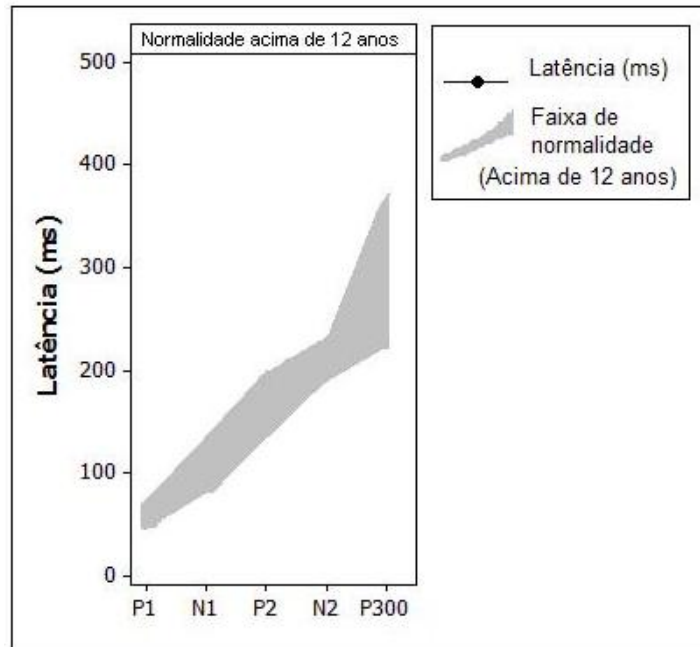


Gráfico 11 -Representação gráfica das latências nas ondas P1, N1, P2, N2 e P300 nas orelhas direita e esquerda dos sujeitos, e limites de normalidade para a idade de três e 12 anos

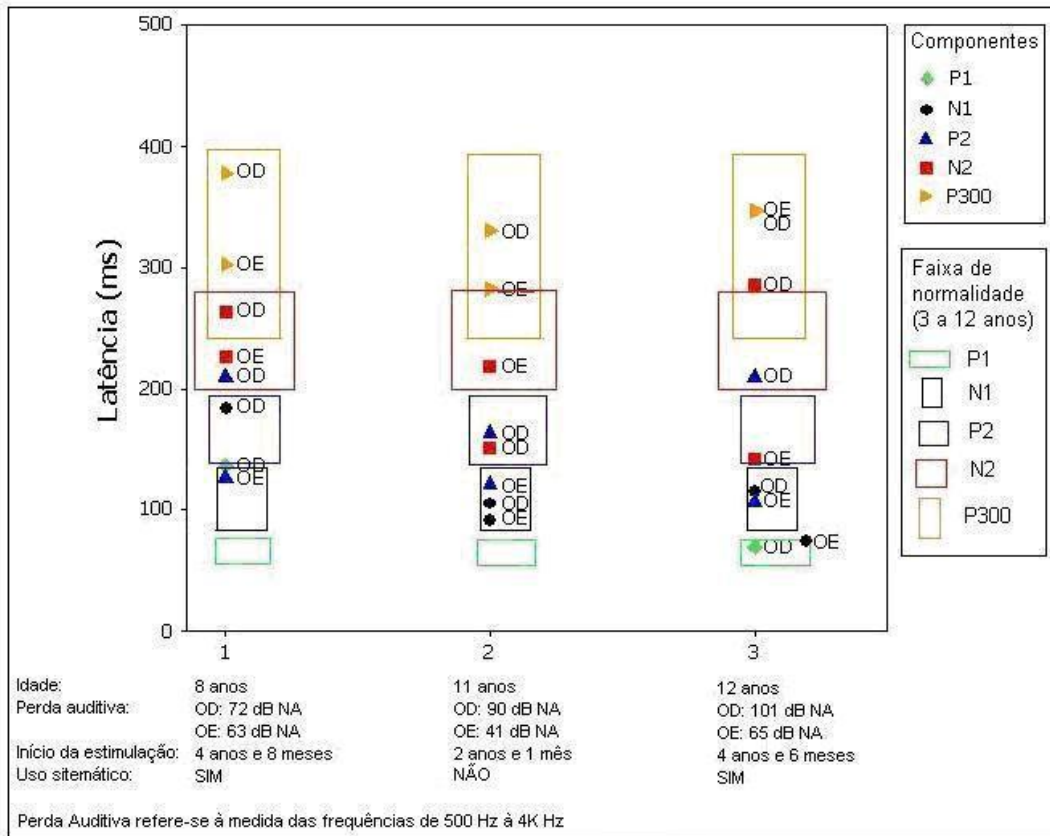
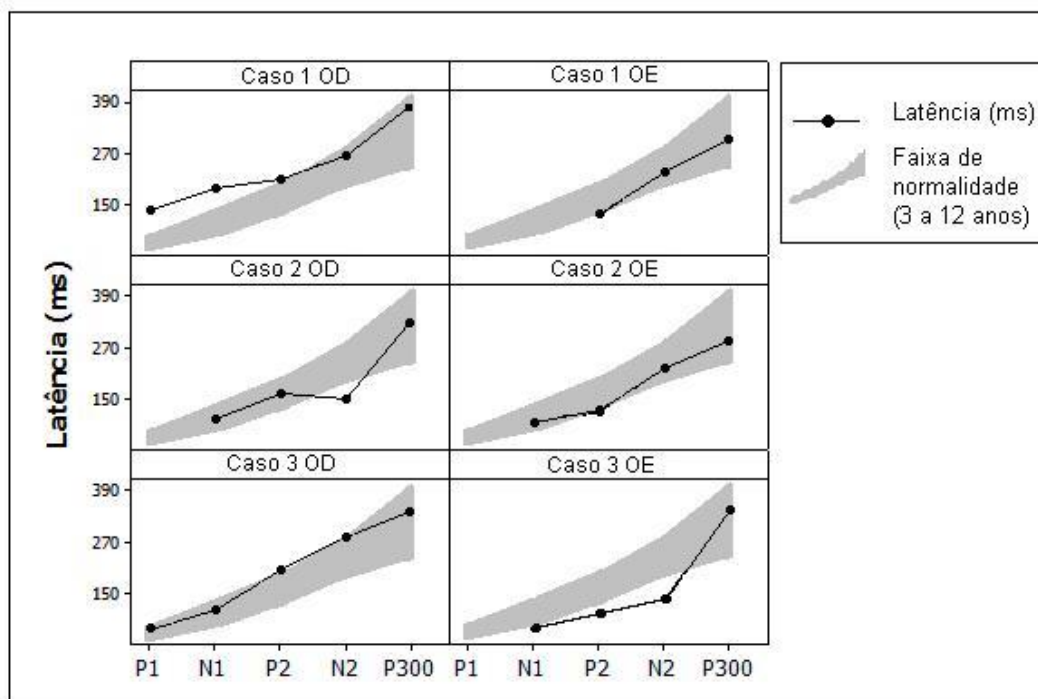


Gráfico 12 -Curvas de latência dos sujeitos 1, 2 e 3 e limites de normalidade entre três e 12 anos de idade



Nos gráficos acima é possível observar as latências registradas dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 nos três primeiros casos, dentro da faixa etária de três a 12 anos, segundo a classificação de McPherson (1996). Os componentes ausentes não foram inseridos. O componente P1 esteve ausente nos três casos acima para, pelo menos, uma das orelhas, estando presente apenas na orelha direita do caso 3 e presente, e com latência aumentada, na orelha direita do caso 1. No caso 1 foram registrados os componentes P1, N1 e P2 com aumento da latência na orelha direita. E na orelha direita do caso 3 foi observado um aumento da latência dos componentes P2 e N2.

Gráfico 13 -Representação gráfica das latências nas ondas P1, N1, P2, N2 e P300 nas orelhas direita e esquerda dos sujeitos, e limites de normalidade para a idade de 12 anos à idade adulta

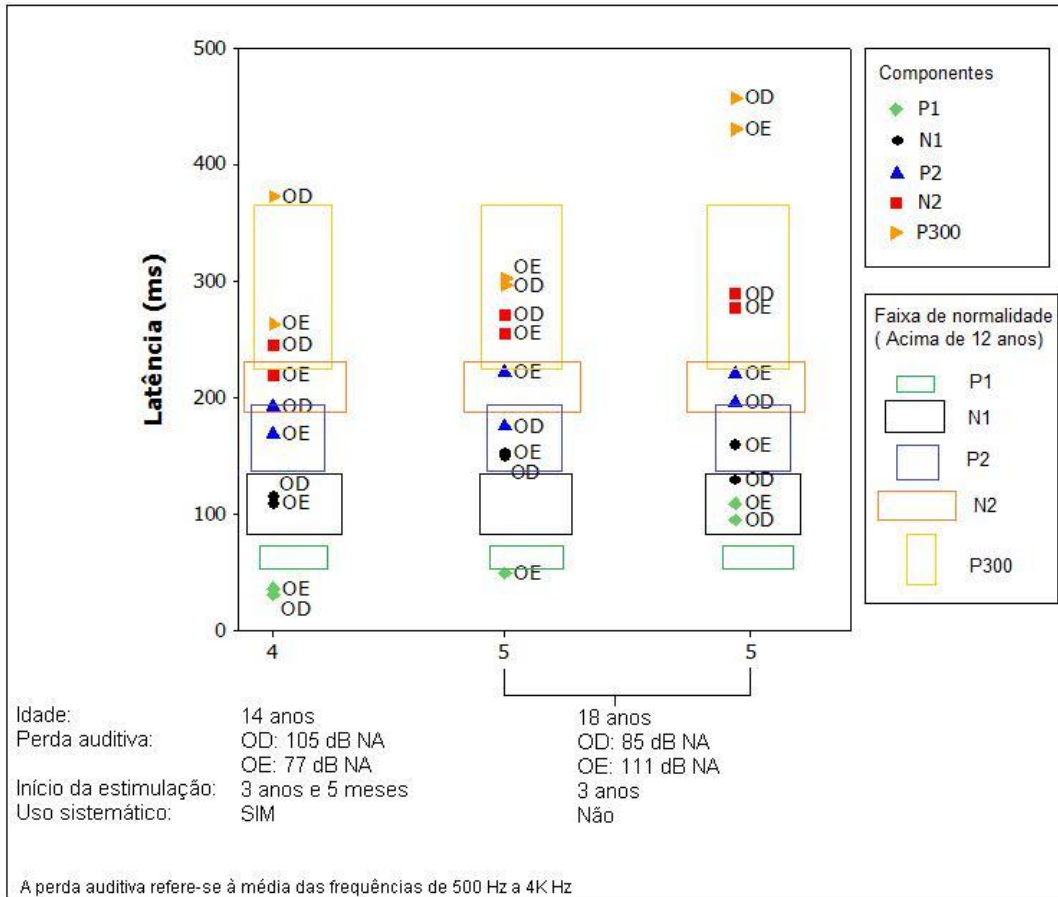
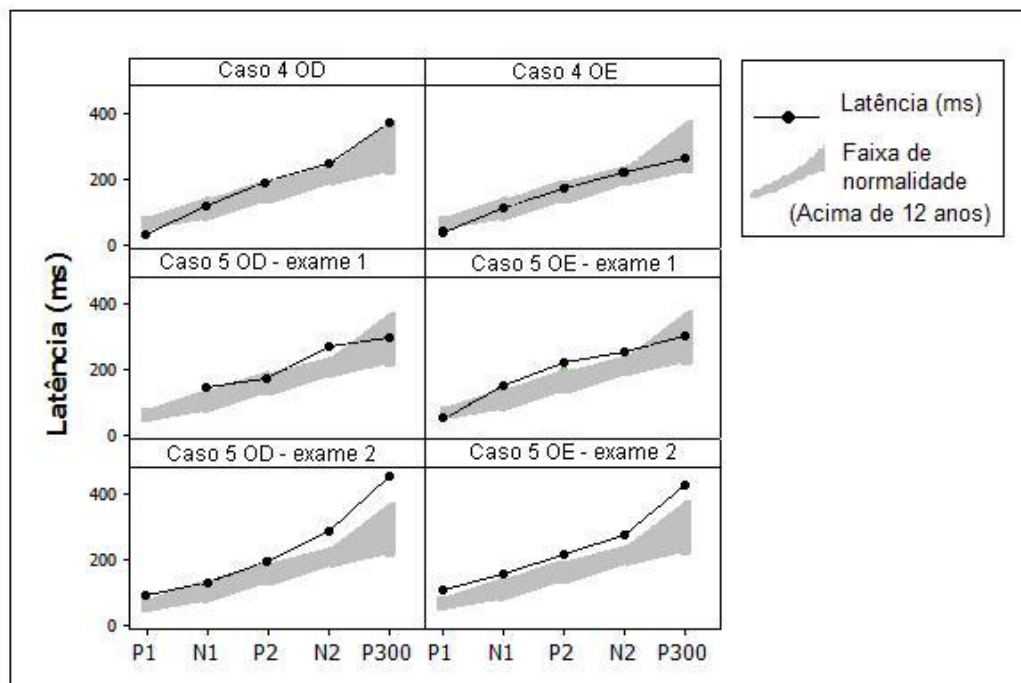


Gráfico 14 -Curvas de Latência e limites de normalidade nos pacientes com mais de 12 anos



Os dois gráficos acima demonstram os valores de latência dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 registrados nos casos 4 e 5. O caso 5 é apresentado duas vezes, sendo que a primeira se refere ao registro do PEALL realizado enquanto a paciente encontrava-se em terapia fonoaudiológica e utilizando de forma assistemática os seus AASI. O segundo mostra os resultados do PEALL cinco meses após a alta do atendimento fonoaudiológico e o mesmo período sem AASI.

É possível observar que o caso 4 apresentou latências aumentadas registradas para os componentes N2 e P300 na orelha direita. O caso 5 apresentou ausência do componente P1 na orelha direita e latências dos componentes N1 aumentadas bilateralmente, P2 na orelha esquerda e N2 bilateralmente. No segundo exame, para o caso 5, foi possível registrar

apenas os componentes N1 e P2, com latências dentro dos valores de normalidade propostos por McPherson (1996), sendo que todos os outros componentes do PEALL registrados apresentaram latência aumentada.

5 DISCUSSÃO

Até bem pouco tempo atrás, o único registro possível para se identificar a evolução de pacientes deficientes auditivos em relação à sua resposta frente ao estímulo sonoro era obtido através da observação clínica comportamental. Crianças hoje são submetidas à avaliação objetiva para o diagnóstico da deficiência auditiva, e uma vez usuárias de dispositivos eletrônicos (AASI ou IC) são acompanhadas durante toda a intervenção fonoaudiológica a partir de seu desenvolvimento de linguagem. A verificação sobre qualidade e pertinência das características do sinal recebido pelos dispositivos eletrônicos recebe atenção específica pelas medidas *in situ* e também pela resposta funcional, além da extensão do benefício e satisfação observados pelo aporte de informações obtidas via inventários correspondentes. Não havia concretamente um meio viável de se visualizar se realmente estes dispositivos apresentavam, através do uso ao longo do tempo, uma influência direta e mensurável na plasticidade do sistema nervoso auditivo central. Com o uso de avaliações objetivas a certeza e garantia do desenvolvimento podem ser visualizados e confrontados. Em especial, através dos PEALL, mais especificamente os potenciais auditivos corticais, constata-se a possibilidade real de se registrar e monitorar, em crianças e adultos, as implicações do uso do estímulo sonoro ou elétrico em pacientes, além da consistência da reabilitação.

Nesta perspectiva, os resultados deste estudo apontam para aspectos importantes que nos remetem a várias questões já levantadas por diversos autores, a saber, idade do paciente, idade do paciente ao diagnóstico, tempo de privação auditiva, início da estimulação auditiva, grau da perda auditiva e sistematicidade na utilização do dispositivo eletrônico.

Com relação à importância da detecção precoce da deficiência auditiva, a literatura alerta para a intervenção o mais cedo possível, com o intuito de minimizar os prejuízos para o desenvolvimento de linguagem dos portadores de deficiência auditiva (JCIH, 2007; Lewis *et al.*, 2010).

Pode-se observar que os sujeitos avaliados no presente estudo, mesmo o mais jovem, nascido em 2002, não foram diagnosticados precocemente, ou seja, antes dos três meses de idade, e não iniciaram intervenção e uso de AASI antes dos seis meses de idade. Apenas o caso 2 foi diagnosticado aos dez meses; no entanto, o início da intervenção ocorreu apenas aos dois anos e dez meses de idade.

Em razão da dificuldade do estabelecimento dos níveis mínimos de audibilidade de um lactente ou neonato, de forma rápida e eficaz, recomenda-se a utilização dos Potenciais Evocados Auditivos (PEA) para determinar o limiar de detecção do sinal e inferir sobre a integridade funcional e estrutural das vias auditivas centrais (Durrant e Ferraro, 2001; Fichino, 2005; Matas e Neves, 2009). Foi possível observar esse processo na história dos sujeitos deste estudo. Os casos 2, 3 e 5, em alguma época de suas vidas, se submeteram ao PEATE para a pesquisa da audibilidade. No entanto, nenhum outro tipo de PEA, como PEAML e

PEALL, para avaliação e monitoramento do uso da amplificação, foi realizado.

Pesquisas (Kraus e McGee, 1999) demonstraram a possibilidade de aplicação dos PEALL em indivíduos com deficiência auditiva. O presente estudo confirma essa possibilidade, sendo que, em todos os casos aqui descritos, foi realizado o registro desse potencial, garantindo-se audibilidade do estímulo para a resposta.

No que se refere ao registro do complexo P1-N1-P2 (Naatanen e Picton, 1987; Martin *et al.*, 2007) foi possível observar nos casos 2, 3, 4 e 5, que apresentavam perda auditiva assimétrica entre as orelhas, que o grau da perda pode ter relação com os componentes desse potencial. Na comparação entre orelhas, intra-sujeito, os valores das latências mostraram-se discretamente melhores naquelas com limiares melhores do que nas orelhas com limiares piores.

De fato, no caso 2, com perda auditiva à direita em 90 dB NA e à esquerda em 41 dB NA, no caso 3, com perda auditiva à direita em 101 dB NA e à esquerda em 65 dB NA, e no caso 4, com perda auditiva à direita em 105,25 dB NA e à esquerda em 77,5 dB NA, os componentes P1, N1 e P2 registrados, quando presentes, demonstraram essa assimetria entre os resultados obtidos na orelha direita e esquerda, sendo que os componentes registrados na orelha esquerda possuíam latências menores em relação aos valores da direita.

No caso 5, com perda auditiva à direita em 85 dB NA e à esquerda em 111 dB NA, ocorreu a mesma situação, mas na orelha inversa; ou seja,

os componentes do PEALL registrados demonstraram essa assimetria entre os resultados obtidos na orelha direita e esquerda, sendo que os componentes registrados na direita possuíam latências menores que os valores da esquerda. Mesmo após cinco meses sem terapia fonoaudiológica e sem estimulação auditiva por meio do AASI, foi possível observar essa mesma assimetria.

Nesta perspectiva, é possível relacionar os resultados do presente estudo com aqueles descritos por Ponton *et al.* (2001) e Martin *et al.* (2007). No primeiro, os autores investigaram os efeitos da perda auditiva unilateral na representação do sinal no córtex por meio da avaliação do PEALL, em especial a latência do complexo N1-P2, e constataram um aumento da simetria dos registros obtidos nos dois hemisférios, como resultado das mudanças nos sítios geradores do componente N1 ao longo do tempo. No segundo estudo, os autores verificaram a possibilidade dos PEALL serem registrados de forma confiável em indivíduos com perda auditiva, mesmo quando o som é processado pelo AASI. Relacionando a detecção neural e a audibilidade para os sons, observaram que na condição “sem AASI” (estímulo inaudível) os componentes P1-N1-P2 estavam ausentes e na condição “com AASI” (estímulo audível) havia uma resposta de P1 robusta.

Em contrapartida, não é possível correlacionar os dados do presente estudo, referentes a latência do componente registrado e grau da perda auditiva, com os achados de Oates *et al.* (2002). O autor constatou que o grau da perda auditiva determina um impacto maior no processamento “não-sensorial” cortical, quando comparado com o processamento “sensorial”

cortical; as alterações nas latências dos componentes N2 e P300 são mais afetadas pela perda auditiva do que os componentes N1 e MMN. Ou seja, para o autor, os componentes N2 e P300 sofrem muito mais influência do grau da perda auditiva do que os componentes N1 e MMN. Nos casos 2, 3, 4 e 5, os quais possuem assimetria dos limiares auditivos entre as duas orelhas, esta relação não se fez presente. Apenas os casos 4 e 5 apresentaram aumento na latência do componente N2 e P300 em pelo menos uma das orelhas, no qual, o caso 4 apresentou latência aumentada dos componentes N2 e P300 na orelha com limiares auditivos melhores, e no caso 5 observou-se a ausência bilateral do componente N2 no primeiro exame; e, ausência bilateral dos dois componentes em seu segundo exame.

Segundo Martin *et al.* (2007), os componentes do PEALL, P1-N1-P2, fornecem informações sobre a chegada do estímulo sonoro ao Córtex Auditivo, ou seja, a presença desses componentes indica que o estímulo foi nele detectado. Desta forma, quanto maior o grau da perda auditiva, mais dificuldade o indivíduo terá para detectar o som e, conseqüentemente, pior será para este sinal percorrer as vias centrais auditivas até a detecção no Córtex Auditivo.

Em relação à idade dos sujeitos, Kraus e McGee (1999) afirmam que o desenvolvimento dos componentes P1, N1, P2, e P300, no que se refere à maturação das vias auditivas, persiste além dos dez anos de idade. Adicionalmente, Sharma *et al.* (2005b e 2006) destacam que o componente P1 registrado em crianças aos cinco e seis anos de idade é muito diferente do encontrado em adultos. A morfologia das crianças consiste na fusão dos

picos do componente P1 e P2, como consequência do processo de maturação que ocorre por volta dos oito e nove anos de idade, sendo que a resposta de P1 diminui sistematicamente em latência com o aumento da idade.

Também para Gilley *et al.* (2005) há uma interação entre a morfologia do PEALL registrado e a idade. Assim, indivíduos mais jovens necessitam de velocidades de estimulação mais lentas. Neste sentido, os resultados dos registros dos PEALL para o sujeito 1 do presente estudo podem ter sofrido o efeito dessa maturação, já que houve um aumento das latências dos componentes P1, N1 e um discreto aumento de latência no componente P2 na orelha direita, além de ausência dos componentes P1 e N1 na orelha esquerda.

No que se refere à relação entre a latência do componente P1 registrada e os fatores tempo de privação auditiva, início da estimulação e uso sistemático do AASI, os casos 2, 4 e 5 apresentaram os seguintes resultados: o caso 4, com início de sua estimulação auditiva por meio do AASI antes dos três anos e cinco meses de idade, utilizando-os de forma sistemática, teve o registro do P1 dentro dos valores de normalidade. O caso 2, com início da estimulação antes dos três anos de idade, utilizando seus AASI de forma assistemática, teve o componente P1 ausente bilateralmente; e o caso 5, também com início da estimulação antes dos três anos de idade e sem uso sistemático de AASI, apresentou aumento das latências em quase todos os componentes de longa latência, exceto para o P2 na orelha direita e P300 bilateralmente.

Esses resultados estão de acordo com os estudos de Ponton *et al.* (1996), que sugerem que a latência do componente P1 depende do nível de desenvolvimento das vias auditivas, compatível com o início da surdez, e afirmam que, quanto maiores os períodos de privação auditiva, mais aumentadas estarão as latências da onda P1.

Para Marinque *et al.* (1999), o período da plasticidade neural auditiva compreende basicamente os primeiros seis anos de vida, sendo que a introdução de uma estimulação auditiva após esse período crítico não possibilita a restauração da perda da plasticidade neural. Neste sentido os casos do presente estudo com início da estimulação auditiva após os três anos e cinco meses de idade compreendem: Caso 1 e 3, os quais tiveram o início de estimulação antes dos seis anos de idade. O caso 1 teve seu início da estimulação auditiva aos quatro anos e oito meses, utilizando seu AASI de forma sistemática e dentre os casos estudados, teve o menor tempo de estimulação: de três anos e um mês, apresentando aumento de latência do componente P1 à direita a ausência do mesmo à esquerda. Já o caso 3 teve seu início da estimulação auditiva aos quatro anos e seis meses, utilizando os AASI de forma sistemática e apresentando um tempo de estimulação de 10 anos e cinco meses, teve o registro do P1 dentro dos valores de normalidade para a idade. Os resultados do caso 3 corroboram os de Marinque *et al.* (1999), no entanto, para o caso 1 não esperava-se encontrar diferenças nas latências de acordo com o início de sua estimulação auditiva. Entretanto, pode-se relacionar a diferença das latências de P1 entre os sujeitos 1 e 3, a partir da diferença do tempo de estimulação destes, ou

seja, o tempo de estimulação auditiva teve relação com o registro do componente P1 para os casos deste estudo.

Em seus estudos, Sharma (2002a, 2004, 2005a) examinou a relação entre estimulação das vias auditivas centrais por meio de AASI e/ou IC e um período sensitivo crítico para o início da estimulação auditiva, sugerindo que aos três anos e meio o Sistema Auditivo Central está em máxima plasticidade. Pode-se observar esta relação a partir do estudo dos casos, a seguir.

No presente estudo, dois casos (1 e 3) frequentavam terapia fonoaudiológica na ocasião da pesquisa, com utilização sistemática de AASI, e três (2, 4 e 5) receberam alta fonoaudiológica durante a coleta de dados. Diante disto, optou-se pela repetição do registro do potencial evocado auditivo no caso 5, que fazia uso assistemático dos AASI. No primeiro registro do PEALL, na orelha direita, o sujeito apresentou então ausência do componente P1, aumento da latência dos componentes N1 e N2 e apenas os componentes P2 e P300 dentro dos padrões de normalidade, conforme descrito por McPherson (1996) para a faixa etária de 12 anos à idade adulta. Já na orelha esquerda, com exceção dos componentes P1 e P300, todos os outros componentes do PEALL foram registrados com uma latência aumentada. Porém, no segundo registro do PEALL, na orelha direita, houve um aumento da latência dos componentes P1, N2 e P300, e apenas os componentes N1 e P2 apresentaram-se nos limites da normalidade para a idade de 12 anos à idade adulta, como descrito por McPherson (1996). Para a orelha esquerda, todos os componentes do PEALL foram registrados com

uma latência aumentada, fora dos valores de normalidade descritos por McPherson (1996) para a idade de 12 anos à idade adulta.

O caso 5 deste estudo teve, portanto, um atraso grande nos PEALL em quase todos os componentes. Por exemplo, o P300 estava presente dentro da normalidade proposta por McPherson no primeiro exame, e cinco meses após, sem terapia e sem estimulação por meio do AASI, o que sugere a importância da terapia fonoaudiológica, como também da estimulação.

O sujeito 4 trouxe considerações importantes quanto à importância da estimulação, que puderam ser relacionados com o caso 5. O caso 4 já estava sem terapia fonoaudiológica por cinco meses e seu exame demonstrou presença dos componentes de longa latência dentro dos padrões de normalidade, e os componentes N2 e P300, no limite dos valores de normalidade.

Desta forma, a partir dos resultados da segunda avaliação do PEALL do caso 5, é possível inferir o fator “falta de estimulação sonora” como determinante das respostas atrasadas dos componentes P1, N1, P2 e N2 e até da ausência do componente P300 na segunda avaliação, o que está de acordo com Tremblay *et al.* (2001), Sharma *et al.* (2004, 2005b), Kileny (2007) e Leite (2009).

Os outros componentes, N1, P2, N2, parecem ter relação com a quantidade de estimulação que o sujeito recebe, ou seja, com a sistematicidade de estimulação auditiva. No presente estudo, quanto menos o sujeito usou AASI, mais alterado mostrou-se o registro desses potenciais,

dados que estão de acordo com Nash (2007), Kileny (2007), Sharma (2005b), Golding *et al.* (2007) e Leite (2009). O caso 5, quase todos os componentes do PEALL fora dos valores de normalidade para a idade, com exceção dos componentes N1 e P2, após ser privado sensorialmente. E o caso 2, teve apenas o P1 ausente, fato que pode estar associado ao início de estimulação aos 2 anos e 10 meses e aos melhores limiares auditivos à esquerda do que o caso 5. Estes autores apontam para a possibilidade da utilização dos registros dos Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência para mensurar o desenvolvimento das vias auditivas centrais, avaliar se a estimulação auditiva está sendo efetiva, bem como monitorar a evolução frente à terapia fonoaudiológica.

Novos estudos devem ser desenvolvidos para melhor caracterizar os PEALL em deficientes auditivos usuários de AASI. Assim como são necessárias pesquisas com crianças mais jovens, em terapia, utilizando AASI de forma sistemática, com diferentes graus de perda auditiva a fim de verificar a plasticidade do sistema auditivo e efetividade da estimulação por meio do AASI.

6 CONCLUSÕES

Diante da análise dos Potenciais Evocados de Longa Latência dos cinco sujeitos integrantes deste estudo, pode-se concluir que:

- É possível a realização do registro dos Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência em crianças deficientes auditivas usuárias de aparelho de amplificação sonora individual a partir dos oito anos de idade;
- Fatores como grau da perda auditiva, não sistematicidade na utilização do aparelho de amplificação sonora individual, além de um longo tempo de privação auditiva parecem influenciar nos resultados dos Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência, o que sugere o efeito da plasticidade auditiva como consequência destes fatores.

7 ANEXOS

Anexo A - Aprovação do Comitê de Ética



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA PUC-SP
SEDE CAMPUS MONTE ALEGRE

Protocolo de Pesquisa nº 035/2009

Programa de Estudos Pós-Graduados em Fonoaudiologia
 Orientador(a): Prof.(a). Dr.(a). Dóris Ruthi Lewis
 Autor(a): Lia Auer Hoshil

PARECER sobre o Protocolo de Pesquisa, em nível de Dissertação de Mestrado, intitulado *Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência em crianças deficientes auditivas usuárias de aparelho de amplificação sonora individual: estudo de caso*

CONSIDERAÇÕES APROVADAS EM COLEGIADO

Em conformidade com os dispositivos da Resolução nº 196 de 10 de outubro de 1996 e demais resoluções do Conselho Nacional de Saúde (CNS) do Ministério da Saúde (MS), em que os critérios da relevância social, da relação custo/benefício e da autonomia dos sujeitos da pesquisa pesquisados foram preenchidos.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido permite ao sujeito compreender o significado, o alcance e os limites de sua participação nesta pesquisa.

A exposição do Projeto é clara e objetiva, feita de maneira concisa e fundamentada, permitindo concluir que o trabalho tem uma linha metodológica bem definida, na base do qual será possível retirar conclusões consistentes e, portanto, válidas.

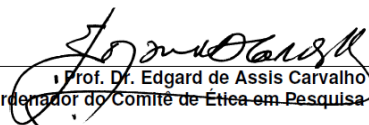
No entendimento do CEP da PUC-SP, o Projeto em questão não apresenta qualquer risco ou dano ao ser humano do ponto de vista ético.

CONCLUSÃO

Face ao parecer substanciado apensado ao Protocolo de Pesquisa, o Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC/SP – Sede Campus Monte Alegre, em Reunião Ordinária de **27/04/2009**, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº **035/2009**.

Cabe ao(s) pesquisador(es) elaborar e apresentar ao CEP da PUC-SP – Sede Campus Monte Alegre, os relatórios parcial e final sobre a pesquisa, conforme disposto na Resolução nº 196 de 10 de outubro de 1996, inciso IX.2, alínea “c”, do Conselho Nacional de Saúde (CNS) do Ministério da Saúde (MS), bem como cumprir integralmente os comandos do referido texto legal e demais resoluções do Conselho Nacional de Saúde (CNS) do Ministério da Saúde (MS).

São Paulo, 16 de junho de 2010.


 Prof. Dr. Edgard de Assis Carvalho
 Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa da PUC-SP

Anexo B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
Programa de Pós Graduação em Fonoaudiologia
Comitê de Ética

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Ao participante deste estudo

O Sr(a). está sendo convidado(a) a participar da pesquisa que se intitula “Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência em um grupo de crianças deficientes auditivas usuárias de aparelhos de amplificação sonora individual: estudo de caso”.

O objetivo deste estudo é estudar a plasticidade do Sistema Nervoso Auditivo Central e as consequentes implicações na linguagem oral em um grupo de crianças deficientes auditivas, a partir do uso da amplificação.

Caso permita que seu filho(a) participe como sujeito desta pesquisa, ele(a) terá a audição avaliada por meio do teste denominado P300.

Não existem riscos ou desconfortos associados a este projeto.

Fica claro que sua participação é voluntária, não sendo obrigado a realizar todos os exames se não quiser, mesmo que já tenha assinado o consentimento de participação. Se desejar, poderá retirar seu consentimento a qualquer momento e isto não trará nenhum prejuízo ao seu atendimento.

Os dados de seu filho(a) serão mantidos em sigilo. Serão analisados em conjunto com os dados de outros pacientes e não serão divulgados isoladamente. O(a) Sr(a). poderá esclarecer suas dúvidas durante toda a pesquisa com a fonoaudióloga Lia Auer Hoshii no endereço Avenida Jacutinga, 632 apto, 235 ou pelo telefone (11) 9181-0090.

Em caso de dano pessoal, diretamente causado pelos procedimentos ou tratamentos propostos neste estudo (nexo causal comprovado), o participante terá direito a um tratamento médico na Instituição bem como às indenizações legalmente estabelecidas.

Eu, como pesquisador responsável, comprometo-me a utilizar os dados coletados somente para esta pesquisa.

Acredito ter sido suficientemente informado(a) a respeito das informações que li ou que foram lidas por mim, descrevendo o estudo “Plasticidade do Sistema Nervoso Auditivo Central e as implicações na linguagem oral em crianças deficientes auditivas usuárias de aparelho de amplificação sonora individual”.

Eu discuti com a fonoaudióloga Lia Auer Hoshii sobre minha decisão em participar do estudo. Ficaram claros para mim 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 minha participação é isenta de despesas. Concordo voluntariamente em permitir que meu filho(a) participe deste 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 eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste serviço.

Nome dos pais ou responsável pelo paciente

Assinatura dos pais ou responsável pelo paciente

____/____/____.
Data

Assinatura da testemunha

____/____/____.
Data

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

_____/____/____.

Anexo C - Protocolo de investigação de prontuário

PROTOCOLO DE INVESTIGAÇÃO DE PRONTUÁRIO	
Nome do sujeito:	_____
Idade: _____	Data de nascimento: ___/___/_____
Escolaridade:	_____
Idade do diagnóstico: _____	Idade do início da estimulação: _____
Tempo de privação auditiva:	_____
Diagnóstico:	_____
Etiologia:	_____
AASI: OD: _____	Uso sistemático? _____
OE: _____	Uso sistemático? _____
Idade na data de realização do exame:	_____
Tempo de estimulação auditiva (até a data do exame):	_____
Em terapia fonoaudiológica?	_____
Comunicação: Oral (), gestual (), Língua de sinais (), Comunicação Total ()	
Linguagem escrita? Sim (), Não ()	
Outras avaliações: Ganho Funcional com AASI ()	
	EOA ()
	PEATE ()
Outros exames:	_____
Observações:	_____

Anexo D - Orientações IHS



Re: Help about P300

Quarta-feira, 30 de Setembro de 2009 21:11

De: "Rafael Delgado" <redelgado@ihsys.com>
 Para: "Lia" <liaauer@yahoo.com.br>

Hi Lia,

Thank you for your email.

The artifact (rejection) count you are seeing is because of the way the system process the P300 - these are NOT true rejections because the subject was moving. In our averaging protocol, the response to a common stimulus following an odd stimulus is automatically rejected. You will notice that the rejections in the common response equal the number of odd averaged responses. For example, if X=Odd and C=Common - in the following presentation sequence:

C C C C X C (Rejected) C C C C X C (Rejected) C C C So this resulted in 2 rejections.

This is done because the response to a common following an odd stimulus is not exactly the same as the ones from a continuous sequence of common stimuli.

If you do not like this averaging option, we do provide an alternative one that does not do this type of rejection, but will simply average all the common responses. Let me know and I can send you a file to do this too.

It is hard to tell from just one trace, but the waveforms, other than Talita's, looked good.

I hope this helps you. Please feel free to email me again if you have any questions.

Best wishes,

Rafael



Re: Help about P300

Sexta-feira, 2 de Outubro de 2009 17:23

De: "Rafael Delgado" <redelgado@ihsys.com>
 Para: "Lia" <liaauer@yahoo.com.br>
 1 arquivo (22 KB)



P3002_N...

Dear Lia,

Attached is a file that will allow you to do the P300s without rejecting the common recordings after each odd presentation. You need to copy the attached file and put it in the C:\IHS_Progs\DSPPFiles subdirectory. Rename the current P3002.OUT file as P3002-ORG.OUT and rename the attached file as P3002.OUT. In other words, the attached file should replace the current P3002.OUT file in that directory.

Unfortunately, the manual does not go into much detail regarding this issue. Please let me know if you need any help writing an explanation or description for your thesis. I would be glad to help in any way I can. You can reference this as personal communication with me.

Best wishes,

Rafael

Anexo E - Latências dos componentes P1, N1, P2, N2 comparados com os dados McPherson (1996) faixa etária de 3 a 12 anos

	McPherson (1996) 3-12 anos	Caso 1		Caso 2		Caso 3	
		OD	OE	OD	OE	OD	OE
P1	54-75 ms	136 ms	Aus.	Aus.	Aus.	69 ms	Aus.
N1	83-135 ms	185 ms	Aus.	105 ms	92 ms	115 ms	70 ms
P2	137-194 ms	210 ms	126 ms	163 ms	120 ms	210 ms	107 ms
N2	200-280 ms	264 ms	226 ms	218 ms	151 ms	286 ms	142 ms

Anexo F - Latências dos componentes P1, N1, P2, N2 comparados com o estudo de McPherson 1996) faixa etária 12 anos à adulto

	McPherson (1996) 12 anos - adulto	Caso 4		Caso 5 1º exame		Caso 5 2º exame	
		OD	OE	OD	OE	OD	OE
P1	54-73 ms	31 ms	36 ms	Aus.	49 ms	95 ms	109 ms
N1	83-135 ms	116 ms	109 ms	150 ms	153 ms	130 ms	160 ms
P2	137-194 ms	193 ms	169 ms	176 ms	222 ms	196 ms	221 ms
N2	188-231 ms	245 ms	220 ms	271 ms	255 ms	289 ms	277 ms

Anexo G - Latências do componente P300 comparados com os dados de McPherson (1996)

Faixa etária 5 a 12 anos:

	McPherson (1996) 5-12 anos	Caso 1		Caso 2		Caso 3	
		OD	OE	OD	OE	OD	OE
P300	241 – 396 ms	379 ms	303 ms	330 ms	282 ms	346 ms	348 ms

Faixa etária 17 a 30 anos:

	McPherson (1996) 17 a 30 anos	Caso 4		Caso 5 1º exame		Caso 5 2º exame	
		OD	OE	OD	OE	OD	OE
P300	225 – 365 ms	373 ms	263 ms	297 ms	302 ms	457 ms	430 ms

8 REFERÊNCIAS

Bevilacqua MC, Costa AO, Martinho de Carvalho AC, Moret ALM. Implante coclear. In: Fernandes FDM, Mendes BCA, Navas ALPGP (Orgs.). *Tratado de fonoaudiologia*. 2ª ed. São Paulo: Roca, 2010, cap. 23, p. 220-31.

Bevilacqua MC, Formigoni GMP. Audiologia educacional: uma opção terapêutica para a criança deficiente auditiva. 2ª ed. Carapicuíba: Pró-fono; 1998. Princípios básicos para a habilitação e a reabilitação da criança deficiente auditiva; p.11-9.

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

Boéchat EM. Plasticidade e amplificação. In: Dreux F, Fernandes M, Mendes BCA, Navas ALPGP (Orgs.). *Tratado de fonoaudiologia*. 2ª ed. São Paulo: Roca; 2009. p.160-8.

Brasil-Neto JP, Vall-Solè J, Pascual-Leone A, Amassian R, Cracco PJ, Maccabee J, Cracco J, Hallett M, Cohen LG. Rapid modulation of human cortical motor outputs following ischemic nerve block. *Brain*. 1993; 16:511-25.

Cone-Wesson B, Wunderlich J. Auditory evoked potentials from the cortex: audiology applications. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2003; 11:372-7.

Davis H, Silvermann RS. *Hearing and deafness.* New York, Holt, Rinehart & Winston, 1970.

Davis PA. Effects of acoustic stimuli on the waking human brain. *J Neurophysiol.* 1939; 2:494-9

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: 248-94.

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

Eggermont JJ. Electric and magnetic fields of synchronous neural activity: peripheral and central origins of auditory evoked potentials. In: Burkard RF, Don M, Eggermont JJ. *Auditory evoked potentials: basic principles and clinical application.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007. p.2-21.

Eggermont JJ. The role of sound in adult and developmental auditory cortical plasticity. *Ear Hear.* 2008; 29; 819-29.

Ferraro JA, Durrant JD. Potenciais auditivos evocados: visão geral e princípios básicos. In: Katz J (Org.). *Tratado de audiologia clínica*. 4ª ed. São Paulo: Manole; 1999. p.315-35.

Fichino, SN. *Estudo do potencial evocada auditivo de tronco encefálico por via aérea e a via óssea em crianças de até dois meses de idade* [dissertação]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2005.

Geisler CD, Frishkopf LS, Rosenblith WA. Extracranial responses to acoustic clicks in man. *Science*. 1958; 128:1210-11.

Gilley PM, Sharma A, Dorman M, Martin K. Developmental changes in refractoriness of the cortical auditory evoked potential. *Clin Neurophysiol*. 2005; 116; 648-57.

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

Hall III JW. *Handbook of auditory evoked responses*. Boston: Allyn and Bacon; 1992. p.41-69.

JCIH - Joint Committee on Infant Hearing. Year 2007 Position Statement: principles & guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Pediatrics*. 2007; 120:898-921.

Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryng*. 1970; 92: 311.

Jewett DL, Romano MN, Williston JS. Human auditory evoked potentials: possible brain stem components detected on the scalp. *Science*. 1970; 167:1517-8.

Jewett DL, Williston JS. Auditory evoked far fields averaged from the scalp of humans. *Brain*. 1971; 94:681-96.

Junqueira CAO, Frizzo ACF. Potenciais evocados auditivos de curta, média e longa latência. In: Aquino AMCM (Org.). *Processamento auditivo: eletrofisiologia e psicoacústica*. São Paulo: Lovise; 2002. p.63-85.

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

Korczak PA, Kurtzberg D, Stapells DR. Effects of sensorineural hearing loss and personal hearing aids on cortical event-related potential and behavioral measures of speech-sound processing. *Ear Hear*. 2005; 26:165-85.

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. Auditory event-related potentials. In: Katz J, editor. *Handbook of clinical audiology*. 4ª ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1994. p.406-26.

Leibold LJ, Bonino AY, Fleenor L. The importance of establishing a time course for typical auditory development. In: Seewald RC, Bamford JM (Eds.). *Proceedings of the fourth international conference: a sound foundation through early amplification*. Chicago; Nov 2007. Chicago: 2007. p.35-42.

Leite RA. Estudo dos potenciais evocados auditivos de longa latência em crianças com transtorno fonológico pré e pós-terapia fonoaudiológica [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2009.

Lewis DR, Marone SAM, Mendes BCA, Cruz OLM, Nóbrega M. Comitê multiprofissional em saúde auditiva COMUSA. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2010; 76(1):121-8.

Magliaro FCL. *Avaliação comportamental, eletroacústica e eletrofisiológica da audição em pacientes com lesão isquêmica do hemisfério direito* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina da universidade de São Paulo; 2010.

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, Juan KR, Nakano RA. Potenciais evocados auditivos de média e longa latência em adultos com AIDS. *Pro Fono* 2006;18(2):171-6.

Matas CG, Neves IF. Potenciais Evocados Auditivos de Curta Latência. In: Dreux F, Fernandes M, Mendes BCA, Navas ALPGP (Org.). *Tratado de fonoaudiologia*. 2ª ed. São Paulo: Roca, 2009. p. 85-98.

May BJ, Niparko JK. Auditory physiology and perception. In: Niparko JK, Kirk KI, Robbins AMC, Mellon NK, Tucci DL, Wilson BS. *Cochlear implants: principles & practices*. 2ª ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2009. p.1-17.

May BJ. Auditory physiology and perception. In: Niparko JK, Mellon NK, Robbins AMC, Tucci DL, Wilson BS. *Cochlear implants: principles & practices*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2000. p.9-56.

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

Moller AR, Jannetta P, Bennett M, Moller M. Intracranially recorded responses from the human auditory nerve: new insights into the origin of brain stem evoked potentials (BSEPs). *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1981; 52(1):18-27.

Munro KJ, Trotter JH. Preliminary evidence of asymmetry in uncomfortable loudness levels after unilateral hearing aid experience: evidence of functional plasticity in the adult auditory system. *Int J Audiol*. 2006; 45: 684-8.

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.

Naatanen R, Picton TW. The N1 wave of the human electric and magnetic response to sound: a review and analysis of the component structure.

Psychophysiology. 1987; 24, 375-425.

Nash A, Sharma A, Marrtin K, Biever A. Clinical applications of the P1 cortical auditory evoked potential (CAEP) biomarker. In: Seewald RC, Bamford JM. *Proceedings of the Fourth International Conference: a sound foundation through early amplification*. Chicago; Nov 2007. Chicago; 2007. p.43-9.

Neuman AC. Central auditory system plasticity and aural rehabilitation of adults. *J Rehabil Res Dev*. 2005; 42(4 suppl.2):169-85.

Novaes BCAC. A criança deficiente auditiva. In: Bevilacqua MC, Moret ALM. *Deficiência auditiva: conversando com familiares e profissionais de saúde*. São José dos Campos: Pulso; 2005. p.29-34.

Oates PA, Kurtzberg D, Stapells DR. Effects of sensorial hearing loss on cortical event-related potential and behavioral measures of speech-sound processing. *Ear Hear*. 2002; 23:399-415.

Picton TW. The P300 wave of the human event-related potential. *J Clin Neurophysiol*. 1992; 9:456-79.

Ponton CW, Don M, Eggermont JJ, Waring MD, Kwong B, Masuda A. Plasticity of the auditory system in children after long periods of complete deafness. *Neuroreport*. 1996; 8: 61-5.

Ponton CW, Eggermont JJ, Kwong B, Don M. Maturation of human central auditory system activity: evidence from multi-channel evoked potentials. *Clin Neurophysiol.* 2000; 111:220-36.

Ponton CW, Vasama JP, Tremblay K, Khosla D, Kwong B, Don M. Plasticity in the adult central auditory system: evidence from late onset profound unilateral deafness. *Hear Res.* 2001;154:32-44.

Purdy, SC; Kelly, AS. Cortical auditory evoked potential testing in infants and young children. *New Zealand Audiol Society Bull.* 2001; 11(3):16-24.

Ruth R, Lambert P. Auditory evoked potentials. *Otolaryngol Clin North Am.* 1991; 24(2):349-70.

Ryugo DK, Limb CJ. Brain plasticity: the Impact of the environment on the brain as it relates to hearing and deafness. In: Niparko JK, Kirk KI, Robbins AMC, Mellon NK, Tucci DL, Wilson BS. *Cochlear implants: principles & practices.* 2^a ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2009. p.19-37.

Schochat E, Rabelo CM, De A Loreti RC. Sensitividade e especificidade do potencial de média latência. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2004; 70(3):353-8.

Schochat, E. Avaliação eletrofisiológica da audição. In: Ferreira LP, Belfi-Lopes D, Limongi SCO (Orgs). *Tratado de fonoaudiologia.* São Paulo: Rocca; 2004. p.656-68.

Sharma A, Dorman MF, Kral A. The influence of a sensitive period on central auditory development in children with unilateral and bilateral cochlear implants. *Hear Res.* 2005b; 203:134-43.

Sharma A, Dorman MF, Spahr AJ. A sensitive period for the development of the central auditory system in children with cochlear implants: implications for age of implantation. *Ear Hear.* 2002a; 23:532-9.

Sharma A, Dorman MF, Spahr AJ. Rapid development of cortical auditory evoked potentials after early cochlear implantation. *Neuroreport.* 2002b;13:1365-8.

Sharma A, Dorman MF. Central auditory development in children with cochlear implants: clinical implications. In: Moller A (ed). *Cochlear and brainstem implants.* *Adv Otorhinolaryngol.* Basel: Karger, 2006, vol 64, pp. 66-88.

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

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.* 2005a; 16:564-73.

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

Sharma A, Tobey E, Dorman M, Bharadwaj S, Martin K, Gilley P, Kunkel F. Central auditory maturation and babbling development in infants with cochlear implants. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2004; 130:511-6.

Silman S, Gelfand SA, Silverman CA. Late-onset auditory deprivation: effects of monoaural versus binaural hearing aids. *J Acoust Soc Am.* 1984; 76(5):1357-62.

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

Sousa LCA, Piza MRT, Alvarenga KF, Cóser PL. *Eletrofisiologia da audição e emissões otoacústicas: princípios e aplicações clínicas.* São Paulo: Tecmedd; 2008b. Cap. 9 Potenciais evocados auditivos corticais relacionados a eventos (P300); p.95-109.

Sousa LCA, Piza MRT, Alvarenga KF, Cóser PL. *Eletrofisiologia da audição e emissões otoacústicas: princípios e aplicações clínicas.* São Paulo: Tecmedd; 2008a. Cap. 2. Conceitos básicos e fundamentos neurofisiológicos; p.7-8.

Souza PE, Tremblay KL. New perspectives on assessing amplification effects. *Trends Amplif.* 2006; 10(3):119-43.

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

Tremblay K, Kraus N, McGee T, Ponton C, Otis B. Central auditory plasticity: changes in the N1-P2 complex after speech-sound training. *Ear Hear.* 2001; 22:79-90.

Tremblay KL, Kalstein L, Billings CJ, Souza PE. The neural representation of consonant-vowel transitions in adults who wear hearing aids. *Trends Amplif.* 2006; 10 (3): 155-162.

Willot JF. Physiological plasticity in the auditory system and its possible relevance to hearing aid use, deprivation effects, and acclimatization. *Ear Hear.* 1996;17(Suppl 3):S66-S77.

Yoshinaga-Itano C, Sedey AL, Coulter DK, Mehl AL. Language of Early- and Later-identified Children With Hearing Loss. *Pediatrics.* 1998; 2(5):1160-72.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)