

Gabriela Valiengo de Souza

**Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência em adultos pré e pós
adaptação do AASI**

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

Programa de Ciências da Reabilitação

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Carla Gentile Matas

São Paulo

2017

Gabriela Valiengo de Souza

**Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência em adultos pré e pós
adaptação do AASI**

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

Programa de Ciências da Reabilitação

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Carla Gentile Matas

São Paulo

2017

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, que são minha maior inspiração e sempre estiveram me apoiando e me dando força.

À minha irmã, por ser essa amiga e parceira em todos os momentos!

E ao meu avô, que mesmo não estando mais nas nossas vidas, me acompanha todos os dias.

AGRADECIMENTO

A minha querida orientadora e segunda mãe Profa. Dra. **Carla Gentile Matas**. Te agradeço muito pela oportunidade de poder trabalhar com você. Obrigada pelo carinho e amizade e por ter acreditado em mim. Que venha o Doutorado!

Á minha querida amiga e Profa. Dra. **Edilene Boechat**, por ter me apresentado a Profa. Dra. Carla Gentile Matas. Serei, eternamente grata.

Ás queridas Profa. Dra. **Renata Mamede**, Profa. Dra. **Ana Cláudia Martinho Carvalho**, Profa. Dra. **Alessandra Samelli** e Dra **Fernanda Leite Magliaro**, por terem feito parte da minha qualificação, onde contribuíram para a realização deste trabalho.

Ás minhas amigas **Mariana Kamita** e **Renata Leite** que sempre me ajudaram e me apoiaram durante a realização deste trabalho.

Aos meus amigos queridos **Marcelo Moreno** e **Felipe Milano** que me ajudaram nas minhas apresentações e na estatística.

Aos **adultos e idosos** que aceitaram a participar com muito carinho desta pesquisa.

As empresas de aparelho auditivo **Widex** e **Audibel** que permitiram que eu convidasse seus pacientes para a pesquisa.

Ao **Espaço Reouvir** por permitir que eu seleccionasse os seus pacientes

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo financiamento desta pesquisa.

NORMALIZAÇÃO ADOTADA

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

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

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e documentação. Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias.

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

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

Sumário

Lista de Abreviatura

Lista de Siglas

Lista de Tabelas

Resumo

1. Introdução.....	1
2. Objetivos.....	5
2.1. Objetivo Geral.....	5
2.2. Objetivos específicos.....	5
3. Revisão de Literatura.....	7
3.1. Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL).....	8
3.2. Degeneração e Plasticidade da via auditiva no idoso.....	11
3.3. Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência e amplificação sonora....	14
4. Método.....	22
4.1. Tipo de estudo e aspectos éticos.....	22
4.2. Casuística.....	23
4.3. Critérios de Inclusão.....	24
4.4. Materiais.....	25
4.5. Procedimentos.....	26
4.6. Método Estatístico.....	28
5. Resultados.....	30
6. Discussão.....	42
7. Conclusão.....	51
8. Anexos.....	53

9. Referência Bibliográfica.....62

LISTA DE ABREVIATURA

Db	Decibel
dBNA	Decibel Nível de Audição
Ms	Milissegundos
DP	Desvio padrão
μ V	Microvolts
IHS	Intelligent Hearing Systems
KOhms	Quilo Ohms
N	Número de sujeitos
khZ	Quilo hertz
et al.	e outros

LISTA DE SIGLAS

AASI	Aparelho de Amplificação Sonora Individual
IC	Implante Coclear
OD	Orelha Direita
OE	Orelha Esquerda
PEA	Potencial Evocado Auditivo
PEAC	Potencial Evocado Auditivo Cortical
PEALL	Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência
PEATE	Potencial Evocado Auditivo de Curta Latência
SNAC	Sistema Nervoso Auditivo Central

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Comparação das latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição sem AASI, entre as orelhas direita e esquerda, na intensidade de 60 dBnNA.....31

Tabela 2- Comparação das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição sem AASI, entre as orelhas direita e esquerda, na intensidade de 60 dBnNA.....31

Tabela 3- Comparação das latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição sem AASI, entre a primeira e a segunda avaliação, na intensidade de 60 dBnNA.....32

Tabela 4- Comparação das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição sem AASI, entre a primeira e a segunda avaliação, na intensidade de 60 dBnNA.....33

Tabela 5- Comparação das latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição com AASI, entre as orelhas direita e esquerda, na intensidade de 60 dBnNA.....33

Tabela 6- Comparação das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição com AASI, entre as orelhas direita e esquerda, na intensidade de 60 dBnNA.....34

Tabela 7- Comparação das latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição com AASI, entre a primeira e a segunda avaliação, na intensidade de 60 dBnNA.....35

Tabela 8- Comparação das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição com AASI, entre a primeira e a segunda avaliação, na intensidade de 60 dBnNA.....35

Tabela 9- Comparação das latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição sem AASI, entre as orelhas direita e esquerda, na intensidade de 75 dBnNA.....	36
Tabela 10- Comparação das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição sem AASI, entre as orelhas direita e esquerda, na intensidade de 75 dBnNA.....	37
Tabela 11- Comparação das latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição sem AASI, entre a primeira e a segunda avaliação, na intensidade de 75 dBnNA.....	37
Tabela 12- Comparação das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição sem AASI, entre a primeira e a segunda avaliação, na intensidade de 75 dBnNA.....	38
Tabela 13- Comparação das latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição com AASI, entre as orelhas direita e esquerda, na intensidade de 75 dBnNA.....	38
Tabela 14- Comparação das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição com AASI, entre as orelhas direita e esquerda, na intensidade de 75 dBnNA.....	39
Tabela 15- Comparação das latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição com AASI, entre a primeira e a segunda avaliação, na intensidade de 75 dBnNA.....	40
Tabela 16- Comparação das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição com AASI, entre a primeira e a segunda avaliação, na intensidade de 75 dBnNA.....	40

Resumo

Souza GV. Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência em adultos pré e pós adaptação do AASI. [Dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2017.

Introdução: Plasticidade auditiva refere-se a mudanças que ocorrem no sistema sensorial responsável pela transmissão da informação acústica. A plasticidade do sistema nervoso auditivo central está relacionada a capacidade de adaptação através da reintrodução de estímulos por meio de aparelhos de amplificação sonora ou implante coclear. Essas mudanças são observadas a partir do desempenho de pacientes com o uso do aparelho de amplificação sonora, e podem ser verificadas por meio dos potenciais evocados auditivos de longa latência. **Objetivo:** caracterizar os Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL) em adultos e idosos com perda auditiva neurossensorial, verificando os efeitos da estimulação auditiva por meio da comparação destes potenciais pré e pós adaptação do Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI). **Metodologia:** Participaram deste estudo 15 indivíduos adultos e idosos, de ambos os gêneros, de 55 a 85 anos de idade, com perda auditiva neurossensorial de grau leve a moderado com simetria entre as orelhas, sem experiência prévia com qualquer tipo de dispositivo de amplificação sonora. Os indivíduos foram encaminhados pelas empresas de aparelho auditivo WIDEX, Audibel e o Espaço Reouvir, tratando-se de novos usuários de AASI. Os PEALL foram realizados nas condições com e sem AASI, a 60 e 75 dBnNA em campo sonoro, em dois momentos: primeira avaliação realizada até uma semana após a adaptação do AASI e a segunda avaliação realizada após 6 meses da adaptação do AASI. **Resultados:** Na comparação da primeira avaliação com a

segunda avaliação, na condição sem AASI a 60 dBnNA, observou-se diferença estatisticamente significativa na latência do componente P1 (p-valor= 0,034). Na condição sem AASI a 75 dBnNA, observou-se diferença estatisticamente significativa para a latência do componente P300 (p-valor 0,031) e para a amplitude P2N2 (p-valor 0,024), com diminuição da latência e aumento da amplitude na segunda avaliação. Por sua vez, na comparação da primeira avaliação com a segunda avaliação, na condição com AASI a 75 dBnNA, obteve-se uma diferença estatisticamente significativa na latência do componente N2 (p-valor 0,009) e na amplitude P2N2 (p-valor 0,024), com aumento da amplitude na segunda avaliação. Evidenciou-se, também, diferença significativa na amplitude P1N1 (p-valor 0,024) na condição com AASI a 60 dBnNA. **Conclusão:** Os PEALL com estímulo de fala demonstraram ser um importante procedimento para ser utilizado na prática clínica, visando monitorar a plasticidade neuronal do Sistema Nervoso Auditivo Central frente à estimulação auditiva (uso de AASI), em adultos e idosos com perda auditiva neurossensorial de grau leve a moderado.

Descritores: Potencial Evocado P300; Córtex Auditivo; Privação Sensorial; Auxiliares de audição; Plasticidade Neuronal.

ABSTRACT

Souza GV. Long-Latency Auditory Evoked Potentials in adults pre- and post-adaptation of hearing aids [Dissertation] São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo"; 2017.

Introduction: Auditory plasticity refers to changes that occur in the sensory system responsible for the transmission of acoustic information. The plasticity of the central auditory nervous system is related to the capacity of adaptation through the reintroduction of stimuli of sound amplification devices or cochlear implants. These changes are observed from the performance of patients with the use of the sound amplification apparatus, and can be verified by long-latency auditory evoked potentials. **Purpose:** To characterize long latency auditory evoked potentials (LLAEP) in adults with sensorineural hearing loss, verifying the effects of auditory stimulation by comparing these before and after adaptation potentials of the Individual Sound Amplification (AASI). **Methodology:** Fifteen adult and elderly individuals of both genders, aged 55 to 85 years, with mild to moderate sensorineural hearing loss with symmetry between the ears, without prior experience with any type of sound amplification device. The subjects were referred by hearing aid companies WIDEX, Audibel and Espaço Reouvir, in the case of new hearing aids users. The LLAEP were performed in the conditions with and without AASI, at 60 and 75 dBnNA in sound field, in two moments: first evaluation performed up to one week after AASI adaptation and the second evaluation performed after 6 months of AASI adaptation. **Results:** In the comparison of the first evaluation with the second evaluation, in the condition without AASI at 60 dBnNA, a statistically significant difference was observed in the latency of the P1 component (p -value = 0.034). In the

condition without AASI at 75 dBnNA, a statistically significant difference was observed for the latency of the P300 component (p-value 0.031) and for the P2N2 amplitude (p-value 0.024), with latency decrease and amplitude increase in the second evaluation. In the comparison of the first evaluation with the second evaluation, in the condition with AASI at 75 dBnNA, there was a statistically significant difference in the latency of the N2 component (p-value 0.009) and in the P2N2 amplitude (p-value 0.024) , With amplitude increase in the second evaluation. There was also a significant difference in P1N1 amplitude (p-value 0.024) in the condition with AASI at 60 dBnNA. **Conclusion:** The LLAEP was an important procedure to be used in clinical practice, aiming to monitor the neural plasticity of the Central Auditory Nervous System in front of auditory stimulation (hearing aids use) in adults and elderly patients with mild to moderate sensorineural hearing loss of amplification and the importance of neural plasticity of the Central Auditory Nervous System.

Descriptors: Event-related potentials; P300; Auditory Cortex; Sensory Deprivation; Hearing Aids; Neuronal Plasticity.

Introdução

1. Introdução

Neste trabalho foi estudado o campo da Neuroplasticidade e o campo da Audiologia Clínica. Segundo Allum-Mecklenburg e Babighian (2003), a plasticidade auditiva é uma mudança que pode ocorrer no sistema sensorial responsável pela transmissão da informação acústica. As alterações observadas após alguns estímulos como o implante coclear ou o uso de amplificação, oferecem evidências que suportam a existência da plasticidade auditiva (Boechat, 2009).

Durante o período de privação o sistema auditivo é capaz de manter a plasticidade; sendo assim, o tempo é fundamental, e quanto mais demorarmos para a intervenção, menos oportunidades serão oferecidas aos pacientes (Boechat, 2009).

A plasticidade neuronal refere-se às modificações que ocorrem na atividade neural, ou seja, é uma reorganização estrutural e/ou no funcionamento do sistema nervoso auditivo central após uma intervenção, seja por prática de uma habilidade ou pela exposição frequente a um estímulo (Grafman, 2000).

De acordo com Purdy et al. (2001), a plasticidade neuronal pode ser avaliada por meio de testes eletrofisiológicos auditivos, também denominados de potenciais evocados auditivos.

Utiliza-se como procedimento eletrofisiológico para investigação da plasticidade neuronal os Potenciais Evocados Auditivos (PEA), métodos objetivos utilizados no campo da Audiologia Clínica que avaliam a atividade neuroelétrica na via auditiva, desde o nervo auditivo até o córtex cerebral, em resposta a um estímulo acústico (Matas e Magliaro, 2011). A captação dessa atividade pode ser realizada por eletrodos de superfície localizados no lóbulo, face ou couro cabeludo.

A classificação mais utilizada é em relação à latência, na qual os PEA são denominados precoces, médios ou tardios, ou potenciais de curta, média e longa latências (Picton et al., 1974).

Atualmente os Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL) (componentes P1, N1, P2, N2 e P300) vem sendo utilizados na investigação da via auditiva central de diversas populações tais como indivíduos com alteração de processamento auditivo.

Os componentes P1, N1, P2, N2 dos PEALL vem sendo investigados na literatura especializada, mostrando-se bastante promissores na avaliação de indivíduos usuários de AASI para verificação das modificações ocorridas no Sistema Nervoso Auditivo Central (SNAC) após a estimulação auditiva com amplificação sonora (Souza e Tremblay, 2006; Tremblay et al., 2006). Os possíveis geradores desses componentes abrangem áreas do córtex auditivo primário (lobo temporal superior), secundário e sistema límbico, e sofrem a interferência do processo maturacional (McPherson, 1996).

O P300 também vem sendo pesquisado em indivíduos usuários de AASI, mostrando ser um método eficaz para verificar como estes indivíduos estão processando objetivamente o sinal acústico. Um estudo realizado por Duarte et al. (2004) analisou a aplicabilidade do potencial cognitivo P300 em campo livre e os resultados mostraram que este procedimento é viável e pode contribuir na avaliação de indivíduos com perda auditiva, usuários de dispositivos eletrônicos e, conseqüentemente, no processo de reabilitação. O P300 possui como possíveis geradores córtex frontal e hipocampo (McPherson, 1996).

Sabe-se que o uso combinado de testes comportamentais e eletrofisiológicos é imprescindível, tanto para a obtenção de limiares tonais e determinação dos parâmetros das características eletroacústicas dos dispositivos eletrônicos (AASI) quanto para avaliar o efeito da estimulação auditiva no SNAC, ou seja, a plasticidade neuronal.

Diante dessas considerações, ressalta-se a necessidade de evidências científicas relacionadas ao benefício da amplificação em indivíduos usuários de AASI após um determinado período de estimulação ao longo do processo de reabilitação.

Sendo assim, a hipótese do presente estudo é que indivíduos adultos com perda auditiva neurossensorial apresentem melhora nos Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL) frente ao uso do Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI).

Objetivos

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral

O objetivo deste estudo foi caracterizar os Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL) em adultos e idosos com perda auditiva neurossensorial, verificando os efeitos da estimulação auditiva por meio da comparação destes potenciais pré e pós adaptação do Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI).

2.2. Objetivos específicos

- Comparar os PEALL com estímulo de fala obtidos em adultos e idosos com perda auditiva neurossensorial até uma semana após a adaptação do AASI e seis meses após a adaptação, na condição sem AASI.
- Comparar os PEALL com estímulo de fala obtidos em adultos e idosos com perda auditiva neurossensorial até uma semana após a adaptação do AASI e seis meses após a adaptação, na condição com AASI.

Revisão de Literatura

Revisão de Literatura

3. Revisão de Literatura

Considerando o tema a ser desenvolvido e o objetivo do presente estudo, foi realizada uma revisão da literatura, a qual encontra-se descrita neste capítulo e dividida em três tópicos, a saber:

- Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL)
- Degeneração e Plasticidade da via auditiva no idoso
- Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência em amplificação sonora

Os estudos compilados encontram-se escritos a seguir. Cabe ressaltar que foram mantidas as nomenclaturas utilizadas pelos autores.

- **3.1. - Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL)**

Os PEALL reflete a atividade neuroelétrica da via auditiva nas regiões do tálamo e córtex auditivo, estruturas que envolvem as funções de discriminação, integração e atenção, fornecendo informações sobre o funcionamento do Sistema Nervoso Auditivo Central (SNAC) (Soares,2011). Os PEALL apresentam diversos componentes sendo que P1, N1, P2, N2 e P3 ou P300 são bastante utilizados em pesquisas.

Os PEALL representam a estimulação mais tardia do córtex, com picos de 1 a 10 μ V e com latências a partir de 50 ms (Karl e Misulis, 2003).

Os componentes P1, N1 e P2 do PEALL são chamados exógenos ou sensoriais por refletirem as características acústicas e temporais do estímulo acústico, e por isso são utilizados na determinação de limiares auditivos pela investigação da resposta auditiva. Este complexo (P1-N1- P2) traz informações da chegada do estímulo auditivo ao córtex e início do processamento cortical e mostra se o sinal sonoro foi recebido adequadamente no córtex auditivo, tornando-se um instrumento mais completo de avaliação da sensibilidade auditiva (Ruth, 1991).

Os possíveis geradores desses componentes (P1, N1 e P2) abrangem áreas do córtex auditivo primário (lobo temporal superior), secundário e sistema límbico, e sofrem a interferência do processo maturacional (McPherson, 1996).

O N2 e o P300 são potenciais endógenos visto que sofrem interferência da atenção e discriminação auditiva do indivíduo. Estes componentes não possuem sítios gerados bem definidos, porém estudos indicam que o componente N2 parece ser originado no córtex auditivo supratemporal enquanto que os geradores do P300 incluem o córtex frontal e hipocampo (McPherson, 1996). O P300 é considerado

como potencial auditivo endógeno, pois é gerado quando o sujeito submetido ao teste toma uma decisão cognitiva em relação a um estímulo específico (Chermark et al., 1997).

O PEALL mais utilizado na prática clínica é o P300 ou Potencial Cognitivo, descrito inicialmente por Sutton et al. (1965). De acordo com Kraus e McGee (1999), este potencial aparece em torno de 300 ms e necessita de atenção, discriminação auditiva e de memória para a sua geração, sendo alterado por uma variedade de distúrbios que afetam a cognição. Os geradores do P300 incluem córtex frontal, córtex centro-parietal e hipocampo (McPherson, 1996).

O P300 nos fornece uma resposta objetiva e ocorre quando as mudanças nos estímulos sensoriais são reconhecidas conscientemente, sendo considerado um potencial endógeno. São registrados por meio da estimulação sensorial com dois estímulos diferentes. Um dos estímulos é apresentado frequentemente e o outro apenas eventualmente, em intervalos aleatórios (paradigma *oddball*). A atividade cerebral evocada pelo estímulo frequente é registrada separado da atividade evocada pelo estímulo raro (Verleger, 1991). Segundo Kraus e McGee (1999), este potencial aparece em torno de 300 ms, e necessita de atenção, discriminação auditiva, sendo alterado por uma variedade de distúrbios que afetam a cognição. Os geradores do P300 incluem o córtex frontal, córtex centro-parietal, e hipocampo (McPherson, 1996).

Segundo Soares (2011) o P300 e o Mismatch Negativity (MMN) são potenciais evocados auditivos de longa latência (PEALL), pois surgem entre 80 e 750 ms após a apresentação do estímulo e captam respostas geradas em regiões corticais. São eliciados em tarefas *oddball* (estímulo alvo), na discriminação de dois

estímulos diferentes, sendo um apresentado de maneira frequente e outro introduzido de maneira aleatória, denominado estímulo raro. Estes potenciais são utilizados na investigação de habilidades cognitivas como discriminação e atenção, por este motivo podem ser denominados de potenciais cognitivos.

De acordo com Duarte (2003) a pesquisa por meio dos Potenciais Evocados Auditivos permite avaliar o sistema auditivo como um todo, desde sua porção periférica, como na Eletrococleografia, até a sua porção mais central, como nos Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência. O PEALL P300 é considerado um potencial cognitivo, endógeno, pois reflete o uso funcional que o indivíduo faz do estímulo, não dependendo diretamente de suas características físicas. Para que o mesmo seja gerado é necessário que ocorra a discriminação de um estímulo auditivo raro, dentre outro frequente de mesma modalidade e características físicas diferentes.

Na pesquisa do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência, podem ser avaliados dois tipos de componentes, o N2 (ou N200), que está relacionado com a percepção, discriminação, reconhecimento e classificação de um estímulo auditivo e o P3 (ou P300) que ocorre quando o indivíduo reconhece conscientemente a presença de uma mudança no estímulo auditivo (McPherson,1996).

Existem duas maneiras de obter o P300. A primeira maneira ocorre por indução automática, não é exigida do sujeito nenhuma tarefa. Desta forma, o P300 apresenta rápida habituação, pois a amplitude do potencial decresce rapidamente com o número de estímulos apresentados. A segunda maneira ocorre quando é exigida do sujeito uma tarefa motora ou mental para sinalizar os estímulos raros.

Assim o P300 apresenta uma habituação menor, podendo empregar um grande número de estímulos raros (Polich, 1991).

Quanto mais frequente é o estímulo, menos neurônios respondem a ele, pois é onde ocorre habituação do sistema auditivo. Quanto mais raro é o estímulo, o sistema responde com mais neurônios, gerando um componente de maior amplitude. Assim, na subtração do estímulo raro do estímulo frequente obtém-se o P300 (Hirayasu et al., 2000; Schochat, 2003).

3.2. – Degeneração e Plasticidade da via auditiva no idoso

Com o passar da idade, ocorre uma degeneração coclear, há mudanças no nervo auditivo e nas vias centrais do tronco encefálico que resulta em disfunções do sistema auditivo central e periférico, decorrentes do envelhecimento (Bess e Hedley-Willians,2001)

De acordo com Stach et al.(1991) essa degeneração do sistema auditivo central seguida da degeneração coclear, acaba tornando a deficiência auditiva em idosos muito complexa, assim como a adaptação de AASI.

Musiek et al. (2002) afirmaram que quanto mais jovem, melhor a capacidade cerebral em mudar frente a estimulação auditiva, apresentando uma melhor plasticidade neural porém, os autores ressaltam que essa plasticidade também está presente na população idosa.

Segundo Ponton et al. (2001) a capacidade do cérebro humano em mudar com a experiência auditiva é muito mais efetiva em crianças mas persiste nos indivíduos adultos e idosos.

Gilbert (1996) afirmou que existem muitas maneiras para o aprendizado, o condicionamento, aprendizagem implícita resultante de repetidas exposições a um estímulo, os quais podem modificar a área auditiva e que são observadas por meio do potencial evocado auditivo.

Cone-Wesson e Wunderlich (2003) sugerem que os potenciais evocados auditivos corticais poderiam ser utilizados clinicamente como estimativa de limiar, como índice eletrofisiológico do desenvolvimento do sistema auditivo, discriminação auditiva e percepção da fala. De acordo com estes autores, o MMN e P3 podem ser utilizados para diferenciar as habilidades de discriminação entre grupos de pessoas com deficiência auditiva normal e deficientes auditivos porém, a sua sensibilidade e especificidade para testar as habilidades de um indivíduo ainda não foram estabelecidas. Ainda de acordo com os autores, os potenciais auditivos corticais são afetados pela experiência e atenção auditivas e, portanto, podem ser usados para avaliar os efeitos da habilitação fonética. Os autores afirmam ainda que os Potenciais de Longa Latência podem ser usados para monitorar as mudanças que podem ocorrer no Sistema Nervoso Auditivo Central, relacionadas a plasticidade neural.

Schiff et al. (2008) em um estudo avaliaram 68 indivíduos saudáveis com uma média de idade de 55 anos. Os indivíduos foram submetidos aos potenciais auditivos corticais P300 e MMN. Os autores verificaram que não houve efeito do gênero, idade e nível educacional na latência e amplitude do MMN, N1 e N2 porém, o P300 mostrou correlação com a idade e gênero. De acordo com os autores, com o avanço da idade a latência do P300 aumentou enquanto que a amplitude diminuiu. Já a amplitude do P300 foi maior para gênero feminino do que para o masculino.

Ao avaliar 24 indivíduos com 50 anos ou mais, com audição normal ou perda auditiva neurossensorial, Matas et al. (2006) observaram que com o avanço da idade, ocorreu um aumento significativo na latência do P300 sendo que os valores médios de latência encontrados foram de 331,71ms para a faixa etária de 50 a 59 anos, 370,67ms para indivíduos de 60 a 69 anos e 407,50ms para pacientes com 70 a 79 anos. Os autores relataram ainda que foram observadas alterações consideráveis em relação à morfologia e qualidade dos traçados dos potenciais evocados auditivos utilizados, indicando uma forte correlação entre piora na qualidade do traçado e aumento da idade

Em um estudo Pelle et al. (2011) tiveram como objetivo examinar os efeitos da capacidade auditiva nos processos neurais que suportam o processamento da linguagem. Nesse estudo mostraram que além das mudanças fisiológicas do envelhecimento, a diminuição da audição pode aumentar as mudanças funcionais e estruturais do córtex auditivo. Utilizaram ressonância magnética para monitorar a atividade cerebral de idosos com perda auditiva e que ouviam sentenças as quais variavam na demanda linguística. Os resultados mostraram que a diferença individual na capacidade auditiva foi capaz de mostrar o grau de recrutamento neural durante a compreensão auditiva, nos giros temporais superiores bilaterais, tálamo e tronco cerebral. Os autores concluíram que essas mudanças funcionais e morfológicas na via auditiva são resultantes da diminuição da percepção auditiva que apresentam a população idosa.

Gates et al. (1990) ao avaliar a audição de 1662 idosos de 63 a 95 anos verificaram o efeito do envelhecimento na audição e encontram uma prevalência de 41% de idosos com perda auditiva, bem como constataram que com o avanço da idade a perda auditiva tende a aumentar. Além disso, a maior proporção é no sexo

masculino sendo que este dado está relacionado ao fato dos homens apresentarem maior exposição aos ruídos ao longo de sua vida.

Pfefferbaum et al.(1984) ao realizarem um estudo com indivíduos entre 18 e 90 anos utilizando o P300, encontraram um aumento significativo da latência do potencial conforme o aumento da idade, de 1-1,5 ms por ano.

Segundo Walton (2010) em estudos com modelos animais, envolvendo o efeito da idade no processamento temporal de tronco encefálico, verificou-se que há muitas investigações indicando a ocorrência de um declínio na codificação de aspectos temporais relacionado a idade.

3.3. - Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência e amplificação sonora

Sabe-se que é possível compensar a perda auditiva com o uso de aparelhos auditivos. Esses dispositivos podem distorcer sons, mas mesmo assim, o usuário continua a ter dificuldade em processar a informação acústica, especialmente os sons da fala em ambientes ruidosos.

Nos últimos anos, avanços consideráveis foram feitos na tecnologia de aparelhos auditivos com o avanço de dispositivos digitais que permitem uma ampla gama de programação e configurações personalizadas. Os aparelhos auditivos são projetados para fornecer a maior quantidade possível de informação acústica, e acredita-se que o seu uso possibilita uma modificação no processamento desta informação.

As medidas eletrofisiológicas da audição permitem a análise do quanto a perda auditiva neurossensorial altera o processamento cortical associado à

percepção auditiva. Além disso, os potenciais evocados auditivos podem ser utilizados como ferramentas para acessar os benefícios da percepção de fala, que os indivíduos com perda auditiva obtêm com suas próteses auditivas. No entanto, atualmente, poucos estudos dedicam-se a investigar os efeitos da combinação entre perda auditiva neurossensorial, próteses auditivas personalizadas e potenciais evocados auditivos corticais (Korczac et al., 2005).

De acordo com Purdy et al.(2001) evidências de estudos feitos com animais, fizeram com que pesquisadores investigassem as alterações plásticas que ocorriam em adultos e crianças com perda auditiva após estimulação. Testes de fala e medidas comportamentais mostraram melhoras após adaptações de AASI e IC.

Duarte et al. (2004), com o objetivo de analisar a aplicabilidade do potencial cognitivo P300 em campo sonoro, avaliaram 33 indivíduos com idades entre 7 e 34 anos com audição normal. O potencial cognitivo P300 foi realizado com fones de inserção (ER-3A) e em campo sonoro (0° azimuth e 45° azimuth). Os autores verificaram que não houve diferença significativa para a latência do N2 e P300 e para a amplitude do P300 quando comparadas as duas formas de realização do teste (fone e campo sonoro), assim como não houve diferença ao comparar as medidas em campo sonoro a 0° e 45° azimuth. Sendo assim, os autores concluíram que o potencial cognitivo P300 em campo sonoro é um procedimento viável de ser realizado, podendo ser utilizado também para avaliação de indivíduos usuários de dispositivos eletrônicos para a surdez.

Philibert et al. (2005) realizaram um estudo sobre as mudanças fisiológicas associadas ao uso do aparelho de amplificação. Participaram da pesquisa oito indivíduos com deficiência auditiva neurossensorial, simétricas, bilateralmente,

todos novos usuários de amplificação. A percepção auditiva foi avaliada quatro vezes durante a reabilitação auditiva, com testes que avaliam discriminação de duas frequências (tom puro) em intensidades sonoras diferentes, com um estímulo mais intenso e com outro menos intenso. Foi realizada a avaliação eletrofisiológica por meio do registro dos Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico (ABR / BERA), com estímulos tipo click. Os testes foram realizados sem o AASI. Os resultados demonstraram a ocorrência do efeito da aclimatização auditiva influenciada pelo uso do AASI, pois foram observadas mudanças nas respostas para estímulos em maiores intensidades e em frequências altas, que correspondem à informação acústica disponibilizada para os indivíduos usuários de AASI. Com isso puderam sugerir que o uso do AASI induz ao fenômeno da plasticidade funcional, modificando respostas e funcionamento do sistema auditivo periférico.

Em um estudo no qual foram comparados os valores da latência e amplitude do P300 de oito indivíduos, de ambos os sexos, portadores de perda auditiva neurossensorial unilateral (grau leve até moderadamente severo), antes da adaptação e após o uso da prótese auditiva, verificou-se um aumento na amplitude do P300 após o uso da amplificação sonora. Frente a este achado o autor concluiu que os valores de latência foram menores para os indivíduos que apresentaram perda auditiva na orelha esquerda, antes e depois do uso da amplificação. (Fonseca, 2006)

Segundo Tremblay et al. (2006) a detecção neural da transição consoante vogal pode ser mensurada por meio do registro do complexo P1-N1-P2 do potencial evocado auditivo cortical. Para isso avaliaram sete sujeitos adultos, portadores de deficiência auditiva neurossensorial de grau leve a severo e usuários da amplificação sonora. Segundo os autores, o tempo de latência observado no

potencial evocado auditivo coincidiu com o tempo de apresentação do sinal de fala apresentado durante o estudo demonstrando que após um período de uso da amplificação, o sistema auditivo central tende a adaptar-se às mudanças e novas condições, superando os efeitos centrais da privação auditiva.

Sharma (2006) afirma que a estimulação a um sistema sensorial deve ocorrer precocemente para que esse sistema sensorial se desenvolva normalmente. As experiências com crianças congênitas surdas permitem estabelecer a existência e os limites de tempo de um período sensível para o desenvolvimento de vias auditivas centrais em seres humanos. Usando a latência dos potenciais evocados auditivos corticais como medida, descobrimos que as vias auditivas centrais são extremamente plásticas por um período de cerca de 3,5 anos. A falta de desenvolvimento do sistema auditivo central em crianças congênitas surdas implantadas após 7 anos está correlacionada com o mal desenvolvimento das habilidades de fala e linguagem.

Billings et al. (2007) examinaram o efeito do nível de apresentação do estímulo acústico sobre a detecção fisiológica de som em condições com e sem prótese auditiva. Foram analisados os potenciais evocados auditivos P1, N1, P2, e N2 de 13 indivíduos com audição normal, em sete níveis de intensidade de estímulo acústico. Os autores observaram um aumento das amplitudes e diminuição das latências com o aumento da intensidade nas condições com e sem prótese auditiva. Este estudo demonstrou a importância de controlar a intensidade do estímulo acústico na condição com prótese auditiva e a necessidade de melhorar a compreensão da interação entre a prótese auditiva e o potencial evocado auditivo cortical.

Em um estudo, Reis (2007) avaliou o P300 em sujeitos com perda auditiva neurossensorial congênita, segundo as variáveis gênero, idade e grau da perda auditiva. Os critérios de inclusão para essa amostra foram: idade superior a 11 anos e inferior a 45 anos; ser portador de deficiência auditiva congênita severa ou profunda; não apresentar outro tipo de distúrbio; não apresentar perda auditiva central ou comprometimento condutivo. Foram observadas diferenças significantes na latência do P300 em função da idade. A latência do P300 foi maior no grupo de 25 a 45 anos de idade do que do grupo de 11 a 24 anos de idade. Não foram encontradas influências do gênero e da idade dos participantes na amplitude do P300, porém ocorreu uma correlação significativa em relação do grau da perda auditiva. Os indivíduos com perda auditiva severa apresentaram maior amplitude do que os com perda auditiva profunda.

Ao avaliar os resultados dos PEALL em crianças deficientes auditivas usuárias de AASI Hosshi (2010) verificou que é possível o registro dos PEALL em crianças deficientes auditivas usuárias de AASI a partir dos oito anos de idade sendo que fatores como grau da perda auditiva, a não sistematicidade na utilização do AASI e um longo tempo de privação auditiva parecem afetar os resultados dos PEALL porém o dispositivo de amplificação sonora surte efeito na plasticidade das vias auditivas centrais.

Jang(2010) teve como objetivo avaliar a mudança da latência do componente P1 em coreanos com audição normal de acordo com a idade e compara-la com a latência P1 em pacientes jovens com perda auditiva neurossensorial profunda antes e após implante coclear. Participaram do estudo 53 pacientes no grupo de audição normal, 13 pacientes no grupo pré-implante coclear e 10 pacientes no grupo pós implante coclear. Obteve-se como resultado para o grupo de audição normal, uma

diminuição da latência P1 à medida que a idade aumentou para o grupo pré-implantado, 10 casos mostraram latências prolongadas e em 3 casos não foi encontrada a onda P1; Para o grupo pós-implantado, as latências P1 mostraram uma tendência a um menor prolongamento do que as do grupo pré-implantado, mas isso não foi estatisticamente diferente. Concluíram que a maturação das vias auditivas centrais pode ser medida objetivamente usando a latência do componente P1.

No estudo realizado por Billings et al. (2011), os autores tiveram como objetivo verificar o efeito do nível de saída do AASI no PEALL (P1, N1 e P2) manipulando o ganho da prótese auditiva, e verificando a contribuição da relação sinal/ruído nas medidas do PEALL. Participaram da pesquisa nove indivíduos com audição normal que foram avaliados em oito condições (0,10,20,30,40,50,60 e 70dB): cinco sem prótese auditiva e quatro com prótese auditiva. Foi observado diminuição de latência e aumento de amplitudes dos componentes do PEALL quando o nível de saída aumentava. Ocorreram diferenças significantes na atividade cerebral quando os sons foram apresentados com prótese auditiva quando comparado aos resultados sem prótese auditiva para os mesmos níveis de saída. Com prótese auditiva, as latências foram atrasadas e as amplitudes diminuídas quando comparado com a condição sem prótese. Observou-se, ainda, uma morfologia diferente no PEALL com e sem prótese auditiva, mesmo quando os níveis de sinal no conduto auditivo foram iguais. Estes resultados reforçam a noção de que as próteses auditivas modificam as características de estímulo acústico, sendo importante controlar as variáveis que surgem durante a utilização do potencial evocado auditivo em usuários de próteses auditivas.

Em um estudo Glista et al. (2012) tiveram como objetivo investigar os efeitos

do uso da prótese no potencial evocado auditivo cortical (PEAC) P2 e N2. Neste estudo os autores avaliaram 15 crianças com audição normal e cinco com deficiência auditiva. Verificaram que as crianças ouvintes mais novas, apresentaram uma morfologia diferente comparando com as crianças mais velhas e que o componente N2 foi o que demonstrou uma maior diferença na latência. Frente a estes achados, os autores puderam concluir o benefício do uso das próteses auditivas no estímulo de fala.

De acordo com Kral e Sharma (2012), o desenvolvimento cortical necessita da condução do estímulo na via auditiva. Com a estimulação acontecem modificações funcionais como aumento de neurônios que respondem ao estímulo sonoro e melhora das conexões sinápticas. Segundo os autores, a ausência desses estímulos na via auditiva pode comprometer as conectividades que são necessárias para a formação do sistema sensorial funcional.

Miranda (2012) teve como objetivo avaliar a audição de idosos com alteração cognitiva antes e após a intervenção fonoaudiológica com a adaptação de próteses auditivas. Participaram da pesquisa 60 idosos novos usuários de próteses auditivas, sendo 20 do sexo masculino e 40 do sexo feminino com idade média de 71 anos. Foram feitas as avaliações em dois momentos, no momento da adaptação de prótese auditiva e depois de três meses de uso. Na reavaliação, após o uso efetivo das próteses auditivas, foi observada melhora significativa no desempenho dos idosos nos testes comportamentais, além de uma melhora na resposta do P300 visualizado pela redução da sua latência.

4. Método

4.1. Tipo de estudo e aspectos éticos

Trata-se de um estudo clínico longitudinal e prospectivo, em pacientes adultos com perda auditiva neurossensorial de grau leve a moderado, que procuraram espontaneamente as empresas de aparelho auditivo WIDEX, Audibel ou o Espaço Reouvir para seleção e adaptação de AASI.

A presente pesquisa foi realizada no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Potenciais Evocados Auditivos do Curso de Fonoaudiologia do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, sob responsabilidade da Prof^a Dr^a Carla Gentile Matas, tendo duração de 24 meses.

Esta pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa – CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, sob protocolo de pesquisa nº 466/12.

4.2. - Casuística

Participaram deste estudo 15 indivíduos adultos e idosos, de 55 a 85 anos de idade, sendo que os indivíduos com deficiência auditiva neurossensorial de grau leve a moderado foram encaminhados pelas empresas de aparelho auditivo WIDEX, Audibel ou Espaço Reouvir tratando-se de novos usuários de AASI.

Estes indivíduos, após a avaliação audiológica nas empresas ou no Espaço Reouvir, iniciaram o processo de seleção e adaptação do AASI bilateralmente por meio da pré-moldagem individual bilateral e posterior confecção dos moldes e/ou aparelhos auditivos. Assim que receberam o AASI, foram encaminhados para a realização da primeira avaliação eletrofisiológica no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Potenciais Evocados Auditivos da Universidade de São Paulo. Ressalta-se que esta primeira avaliação foi realizada com no máximo uma semana de uso do AASI, nas condições com AASI e sem AASI em campo sonoro.

Estes indivíduos retornaram para uma nova avaliação eletrofisiológica da audição seis meses após o uso do AASI, sendo que foram mantidas as mesmas condições de avaliação (condição com AASI em campo sonoro e condição sem AASI em campo sonoro).

4.3. - Critérios de inclusão

Os critérios de inclusão estabelecidos para o grupo estudo foram:

- Otoscopia normal.
- Presença de perda auditiva neurossensorial bilateral de grau leve a moderado com simetria entre as orelhas, segundo a classificação de Lloyd e Kaplan (1978).
- Ter feito uso de Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI) por no máximo uma semana até o momento da primeira avaliação.
- Não apresentar comprometimento neurológico ou psiquiátrico que pudesse interferir na obtenção e nas medidas dos Potenciais Evocados Auditivos.

4.3. - Materiais

Para a realização deste estudo foram necessários os seguintes materiais:

- Otoscópio marca *Heine*, modelo *Mini Heine 2000*, para visualização do meato acústico externo;
- Imitanciômetro marca *Interacustics*, modelos AT235 h, para realização das Medidas de Imitância Acústica;
- Audiômetro marca *Grason Standler*, modelo GSI 61, para realização da avaliação audiológica;
- Equipamento modelo *Smart EP* da Marca *Intelligent Hearing System* para realização dos Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL) com estímulos acústicos de fala;
- Sistema de Campo Sonoro.

4.5. - Procedimentos

Conforme os preceitos éticos da pesquisa com seres humanos foram disponibilizados aos indivíduos um termo de consentimento especificando os fundamentos do projeto, sendo que se deu início aos procedimentos e a coleta dos dados apenas após a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido pelos participantes da pesquisa.

Inicialmente foi realizada a meatoscopia para descartar presença de cerume e, posteriormente, a avaliação audiológica convencional (medidas de imitância acústica, audiometria tonal liminar e logaudiometria) para descartar a presença de alteração de orelha média e determinar os limiares auditivos.

Em seguida foram pesquisados os Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL) para avaliar as vias auditivas centrais em dois momentos distintos denominados primeira e segunda avaliações.

A primeira avaliação foi realizada até uma semana após a adaptação do AASI, na condição com AASI em campo sonoro e na condição sem AASI em campo sonoro e, a segunda avaliação foi realizada após 6 meses da adaptação do AASI mantendo as mesmas condições da primeira avaliação (condição com AASI em campo sonoro, condição sem AASI em campo sonoro).

Para a realização dos PEALL inicialmente foi realizada a limpeza da pele com pasta abrasiva e os eletrodos foram fixados à pele do indivíduo por meio de pasta eletrolítica e fita adesiva (micropore) em posições pré-determinadas (no vértex – Cz, e nas mastóides direita e esquerda - M2 e M1), de acordo com a norma *International Electrode System IES 10-20* (Jasper, 1958). Os valores de impedância dos eletrodos foram verificados e deveriam situar-se abaixo de 5 KOhms, estando a

impedância intereletrodos até 2 KOhms.

Para a captação dos PEALL, o estímulo acústico (fala) foi apresentado na intensidade de 75 dBnNA e na intensidade de 60dBnNA em sala acusticamente tratada, em campo sonoro previamente calibrado e com a caixa acústica posicionada a 0° azimuth, nas condições com AASI e sem AASI.

O estímulo acústico de fala (sílabas /ba/ e /da/) foi apresentado monoauralmente, em uma velocidade de apresentação de 1.1 estímulos por segundo, totalizando 300 estímulos, sendo que 15% dos estímulos apresentados corresponderam ao estímulo raro. O estímulo de fala frequente foi a sílaba /ba/ e o raro a sílaba /da/.

Os indivíduos foram orientados a prestar atenção nos estímulos raros que apareceram, aleatoriamente, dentro de uma série de estímulos frequentes, sendo solicitados a contar o número de vezes que o evento raro ocorreu (Durrant e Ferraro, 2001; Musiek e Lee, 2001).

Após a captação dos PEALL foram analisados os componentes P1, N1, P2, N2 e P300. A onda P300 foi identificada e analisada em relação a sua latência e amplitude (N2-P3) no traçado correspondente ao estímulo raro, enquanto que os componentes P1, N1, P2 e N2 foram identificados e analisados quanto à latência e amplitude (P1-N1 e P2-N2) no traçado correspondente ao estímulo frequente.

Ressalta-se que os procedimentos audiológicos (Audiometria Tonal Liminar, Logaudiometria e Medidas de Imatância Acústica) foram repetidos na segunda avaliação visando, respectivamente, verificar se não houve modificação dos limiares auditivos e garantir a integridade da OM.

4.6. - Método Estatístico

Os resultados encontrados nos PEALL (latência e amplitude), nos dois momentos de avaliação (início e após 6 meses, condições com e sem AASI), foram digitados em planilha específica, e analisados separadamente e comparados entre si por um profissional da área de estatística. As análises estatísticas descritivas (média, mediana, desvio padrão, limite superior e limite inferior) e de inferência (Shapiro Will) foram realizadas, sendo adotado o nível de significância de 5% ($\alpha=0,05$) para todos os testes utilizados. As variáveis quantitativas foram analisadas inicialmente por meio das medidas de tendência central (média e mediana) e de variabilidade (variância e desvio-padrão).

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

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

Resultados

5. Resultados

Neste capítulo serão apresentados os resultados dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos adultos e idosos com perda auditiva neurossensorial, no início da adaptação do AASI (até uma semana de uso) e após 6 meses da adaptação do AASI.

Este capítulo será dividido em 2 partes para melhor compreensão dos resultados:

Parte I: Comparação das latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL, com estímulo de fala obtidos a 60 dBnNA nas condições com e sem AASI.

Parte II: Comparação das latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 do PEALL, com estímulo de fala obtidos a 75 dBnNA nas condições com e sem AASI.

Parte I: Comparação das latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 do PEALL, com estímulo de fala obtidos a 60 dBnNA nas condições com e sem AASI.

Nas tabelas 1 e 2 serão apresentados os valores de média, mediana, desvio padrão, limite superior e limite inferior dos valores de latência e amplitude dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 na intensidade de 60 dBnNA, na condição sem AASI, bem como o p-valor obtidos nas comparações entre as orelhas direita e esquerda.

Tabela 1 – Comparação das latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição sem AASI, entre as orelhas direita e esquerda, na intensidade de 60 dBnNA.

Latências (ms)		Orelha	Média	Mediana	Limite Superior	Limite Inferior	DP	N	p-valor
Estímulo de Fala									
P1	OD	71,7	78,0	105,0	23,0	23,7	15	0,4009	
	OE	79,9	85,0	141,0	16,0	32,4	15		
N1	OD	115,7	128,0	157,0	53,0	31,2	15	0,4965	
	OE	123,8	136,0	165,0	42,0	30,1	15		
P2	OD	202,1	204,0	289,0	129,0	50,9	15	0,5961	
	OE	214,3	217,0	385,0	100,0	73,0	15		
N2	OD	239,6	231,0	337,0	155,0	57,5	15	0,9283	
	OE	237,1	249,0	324,0	126,0	60,2	15		
P300	OD	394,6	405,0	458,0	301,0	47,5	13	0,5093	
	OE	388,5	394,0	458,0	307,0	48,3	14		

Tabela 2 - Comparação das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição sem AASI, entre as orelhas direita e esquerda, na intensidade de 60 dBnNA.

Amplitudes (Micro Volts)		Orelha	Média	Mediana	Limite Superior	Limite Inferior	DP	N	p-valor
P1N1	OD	3,4	3,0	8,7	0,9	2,0	15	0,4295	
	OE	2,9	2,6	5,6	0,4	1,6	15		
P2N2	OD	1,9	1,7	4,5	0,3	1,2	15	0,6527	
	OE	2,1	2,0	5,7	0,3	1,4	15		
P300	OD	4,7	4,3	10,6	0,8	3,3	13	0,7263	
	OE	5,1	4,8	11,5	1,0	2,9	14		

Como não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre as orelhas direita e esquerda, para todos os componentes do PEALL analisados a 60 dBnNA na condição sem AASI, optou-se por agrupar as orelhas para compararmos a primeira com a segunda avaliação.

Nas tabelas 3 e 4 serão apresentados os valores de média, mediana, desvio padrão, limite superior e limite inferior dos valores de latência e amplitude dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 na intensidade de 60 dBnNA, na condição sem AASI, bem como o p-valor obtidos nas comparações entre a primeira e a segunda avaliação.

Tabela 3 - Comparação das latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição sem AASI, entre a primeira e a segunda avaliação, na intensidade de 60 dBnNA.

Latências (ms)		Média	Mediana	Limite Superior	Limite Inferior	Desvio Padrão	N	p-valor
Estímulo de Fala								
P1	1º Aval	75,80	80	141	16	28,20	30	0,034*
	2º Aval	89,27	91	137	49	20,27	30	
N1	1º Aval	119,73	129	165	42	30,44	30	0,201
	2º Aval	128,90	135	163	63	24,70	30	
P2	1º Aval	208,20	210,5	385	100	62,12	30	0,689
	2º Aval	213,63	218,5	286	119	40,20	30	
N2	1º Aval	238,33	240	337	126	57,87	30	0,105
	2º Aval	260,27	258,5	353	149	46,27	30	
P300	1º Aval	391,44	400	458	301	47,11	27	0,051
	2º Aval	363,27	358	484	263	58,27	27	

Tabela 4 - Comparação das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição sem AASI, entre a primeira e a segunda avaliação, na intensidade de 60 dBnNA.

Amplitudes (Micro Volts)		Média	Mediana	Limite Superior	Limite Inferior	Desvio Padrão	N	p-valor
P1N1	1º Aval	3,12	2,82	8,68	0,4	1,802	30	0,772
	2º Aval	3,26	2,79	7,59	0,6	1,953	30	
P2N2	1º Aval	1,98	1,69	5,66	0,3	1,265	30	0,407
	2º Aval	2,29	1,76	6,27	0,27	1,607	30	
P300	1º Aval	4,92	4,28	11,46	0,83	3,044	27	0,447
	2º Aval	4,31	3,665	14,42	0,72	2,820	27	

Nas tabelas 5 e 6 serão apresentados os valores de média, mediana, desvio padrão, limite superior e limite inferior dos valores de latência e amplitude dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 na intensidade de 60 dBnNA, na condição com AASI, bem como o p-valor obtidos nas comparações entre as orelhas direita e esquerda.

Tabela 5 - Comparação das latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição com AASI, entre as orelhas direita e esquerda, na intensidade de 60 dBnNA.

Latências (ms)		Orelha	Média	Mediana	Limite Superior	Limite Inferior	DP	N	p-valor
Estímulo de Fala									
P1	OD	79,5	81,0	105,0	23,0	21,1	15	0,5029	
	OE	84,5	87,0	109,0	28,0	28,0	15		
N1	OD	126,9	134,0	157,0	53,0	25,3	15	0,8026	
	OE	129,3	133,0	169,0	49,0	49,0	15		
P2	OD	215,3	223,0	157,0	53,0	37,7	15	0,9124	
	OE	213,8	223,0	255,0	102,0	102,0	15		
N2	OD	271,4	281,0	157,0	53,0	52,6	15	0,6599	
	OE	263,1	258,0	331,0	133,0	133,0	15		
P300	OD	371,1	267,0	157,0	53,0	56,8	15	0,8887	
	OE	374,1	239,5	475,0	18,0	18,0	15		

Tabela 6 - Comparação das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição com AASI, entre as orelhas direita e esquerda, na intensidade de 60 dBnNA.

Amplitudes (Micro Volts)	Orelha	Média	Mediana	Limite Superior	Limite Inferior	DP	N	p-valor
P1N1	OD	4,3	3,6	10,6	1,5	2,3	15	0,7263
	OE	4,5	4,9	9,5	0,9	2,0	15	
P2N2	OD	2,8	1,3	12,9	0,7	3,2	15	0,8493
	OE	2,6	2,4	4,8	0,4	1,2	15	
P300	OD	4,1	3,7	10,2	0,6	2,8	15	0,6101
	OE	4,6	4,2	10,8	0,6	2,8	15	

Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre as orelhas direita e esquerda, para todos os componentes do PEALL analisados a 60 dBnNA na condição com AASI. Desta forma, optou-se por agrupar as orelhas para compararmos a primeira com a segunda avaliação.

Nas tabelas 7 e 8 serão apresentados os valores de média, mediana, desvio padrão, limite superior e limite inferior dos valores de latência e amplitude dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 na intensidade de 60 dBnNA, na condição com AASI, bem como o p-valor obtidos nas comparações entre a primeira e a segunda avaliação.

Tabela 7 - Comparação das latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição com AASI, entre a primeira e a segunda avaliação, na intensidade de 60 dBnNA.

Latências (ms)		Média	Mediana	Limite Superior	Limite Inferior	Desvio Padrão	N	p-valor
P1	1º Aval	82,00	86	109	18	19,88	30	0,912
	2º Aval	82,57	87	113	37	19,94	30	
N1	1º Aval	128,07	133	169	49	26,06	30	0,484
	2º Aval	133,03	142	183	66	28,77	30	
P2	1º Aval	214,57	223	267	102	38,40	30	0,258
	2º Aval	228,40	245,5	308	98	55,28	30	
N2	1º Aval	267,23	260	336	133	50,58	30	0,465
	2º Aval	277,87	297	364	129	61,01	30	
P300	1º Aval	372,57	371	475	247	58,09	30	0,834
	2º Aval	375,40	370	475	280	48,43	30	

Tabela 8 - Comparação das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição com AASI, entre a primeira e a segunda avaliação, na intensidade de 60 dBnNA.

Amplitudes (Micro Volts)		Média	Mediana	Limite Superior	Limite Inferior	Desvio Padrão	N	p-valor
P1N1	1º Aval	4,39	4,615	10,6	0,92	2,113	30	0,024*
	2º Aval	3,34	3,185	6,35	1,22	1,449	30	
P2N2	1º Aval	2,67	2,27	12,92	0,41	2,405	30	0,549
	2º Aval	2,33	1,53	8,45	0,51	2,039	30	
P300	1º Aval	4,36	3,68	10,83	0,61	2,759	30	0,509
	2º Aval	4,86	3,88	13,64	0,63	3,037	30	

Parte II: Comparação das latências e amplitudes dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 do PEALL, com estímulo de fala obtidos a 75 dBnNA nas condições com e sem AASI.

Nas tabelas 9 e 10 serão apresentados os valores de média, mediana, desvio padrão, limite superior e limite inferior dos valores de latência e amplitude dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 na intensidade de 75 dBnNA, na condição sem AASI, bem como o p-valor obtidos nas comparações entre as orelhas direita e esquerda.

Tabela 9 - Comparação das latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição sem AASI, entre as orelhas direita e esquerda, na intensidade de 75 dBnNA.

Latências (ms)								
Estímulo de Fala	Orelha	Média	Mediana	Limite Superior	Limite Inferior	DP	N	p-valor
P1	OD	74,9	80,0	102,0	25,0	20,0	15	0,2113
	OE	81,7	83,0	99,0	70,0	8,1	15	
N1	OD	123,0	123,0	153,0	51,0	24,2	15	0,3371
	OE	130,0	126,0	162,0	113,0	13,8	15	
P2	OD	202,9	205,0	259,0	105,0	40,0	15	0,3681
	OE	214,3	212,0	254,0	162,0	25,5	15	
N2	OD	249,7	247,0	304,0	150,0	41,5	15	0,7188
	OE	252,7	256,0	298,0	196,0	26,7	15	
P300	OD	368,8	350,0	477,0	301,0	47,5	15	0,8493
	OE	372,1	360,0	483,0	312,0	46,3	15	

Tabela 10 - Comparação das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição sem AASI, entre as orelhas direita e esquerda, na intensidade de 75 dBnNA.

Amplitudes (Micro Volts)	Orelha	Média	Mediana	Limite Superior	Limite Inferior	DP	N	p-valor
P1N1	OD	3,9	4,0	6,3	1,4	1,4	15	0,3576
	OE	4,3	4,4	6,0	2,5	1,2	15	
P2N2	OD	2,3	2,2	4,7	0,5	1,2	15	0,6384
	OE	2,1	1,9	4,7	0,8	1,2	15	
P300	OD	4,9	5,3	8,3	0,1	3,0	15	0,7872
	OE	5,2	5,6	14,8	0,7	3,9	15	

Como não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre as orelhas direita e esquerda, para todos os componentes do PEALL analisados a 75 dBnNA na condição sem AASI, optou-se por agrupar as orelhas para compararmos a primeira com a segunda avaliação.

Nas tabelas 11 e 12 serão apresentados os valores de média, mediana, desvio padrão, limite superior e limite inferior dos valores de latência e amplitude dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 na intensidade de 75 dBnNA, na condição sem AASI, bem como o p-valor obtidos nas comparações entre a primeira e a segunda avaliação.

Tabela 11 - Comparação das latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição sem AASI, entre a primeira e a segunda avaliação, na intensidade de 75 dBnNA.

Latências (ms)		Média	Mediana	Limite Superior	Limite Inferior	Desvio Padrão	N	p-valor
P1	1º Aval	78,33	80	102	25	15,36	30	0,529
	2º Aval	81,13	78	119	41	18,85	30	
N1	1º Aval	126,50	125	162	51	19,68	30	0,960
	2º Aval	126,23	125	171	71	20,21	30	
P2	1º Aval	208,60	211,5	259	105	33,49	30	0,055
	2º Aval	225,33	228	308	146	34,14	30	
N2	1º Aval	251,23	250,5	304	150	34,33	30	0,105
	2º Aval	284,77	276	380	171	42,93	30	
P300	1º Aval	370,47	356	483	301	46,12	30	0,031*
	2º Aval	347,47	339	450	283	36,33	30	

Tabela 12 - Comparação das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição sem AASI, entre a primeira e a segunda avaliação, na intensidade de 75 dBnNA.

Latências (ms)		Média	Mediana	Limite Superior	Limite Inferior	Desvio Padrão	N	p-valor
P1	1º Aval	78,33	80	102	25	15,36	30	0,529
	2º Aval	81,13	78	119	41	18,85	30	
N1	1º Aval	126,50	125	162	51	19,68	30	0,960
	2º Aval	126,23	125	171	71	20,21	30	
P2	1º Aval	208,60	211,5	259	105	33,49	30	0,055
	2º Aval	225,33	228	308	146	34,14	30	
N2	1º Aval	251,23	250,5	304	150	34,33	30	0,105
	2º Aval	284,77	276	380	171	42,93	30	
P300	1º Aval	370,47	356	483	301	46,12	30	0,031*
	2º Aval	347,47	339	450	283	36,33	30	

Nas tabelas 13 e 14 serão apresentados os valores de média, mediana, desvio padrão, limite superior e limite inferior dos valores de latência e amplitude dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 na intensidade de 75 dBnNA, na condição com AASI, bem como o p-valor obtidos nas comparações entre as orelhas direita e esquerda.

Tabela 13 - Comparação das latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição com AASI, entre as orelhas direita e esquerda, na intensidade de 75 dBnNA.

Latências (ms)		Orelha	Média	Mediana	Limite Superior	Limite Inferior	DP	N	p-valor
Estímulo de Fala									
P1	OD	74,7	74,0	102,0	25,0	9,8	15	0,4354	
	OE	77,6	78,0	99,0	60,0	60,0	15		
N1	OD	123,1	121,0	153,0	51,0	15,4	15	0,5419	
	OE	126,3	125,0	142,0	100,0	100,0	15		
P2	OD	202,6	209,0	153,0	51,0	28,6	15	0,6101	
	OE	207,5	206,0	251,0	177,0	177,0	15		
N2	OD	244,3	234,0	153,0	51,0	38,2	15	0,9124	
	OE	242,9	233,0	315,0	200,0	200,0	15		
P300	OD	337,5	238,0	153,0	51,0	51,8	15	0,5755	
	OE	347,8	219,0	417,0	57,0	57,0	15		

Tabela 14 - Comparação das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição com AASI, entre as orelhas direita e esquerda, na intensidade de 75 dBnNA.

Amplitudes (Micro Volts)	Orelha	Média	Mediana	Limite Superior	Limite Inferior	DP	N	p-valor
P1N1	OD	4,2	4,1	7,2	0,9	1,8	15	0,2340
	OE	4,9	5,1	7,5	2,7	1,3	15	
P2N2	OD	2,0	1,4	6,6	0,6	1,6	15	0,7795
	OE	1,9	1,8	4,3	0,8	0,9	15	
P300	OD	4,9	4,6	15,5	1,3	3,7	15	0,6599
	OE	4,4	3,5	9,5	1,4	2,3	15	

Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre as orelhas direita e esquerda, para todos os componentes do PEALL analisados a 75 dBnNA na condição com AASI. Desta forma, optou-se por agrupar as orelhas para compararmos a primeira com a segunda avaliação.

Nas tabelas 15 e 16 serão apresentados os valores de média, mediana, desvio padrão, limite superior e limite inferior dos valores de latência e amplitude dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 na intensidade de 75 dBnNA, na condição com AASI, bem como o p-valor obtidos nas comparações entre a primeira e a segunda avaliação.

Tabela 15 - Comparação das latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição com AASI, entre a primeira e a segunda avaliação, na intensidade de 75 dBnNA.

Latências (ms)		Média	Mediana	Limite Superior	Limite Inferior	Desvio Padrão	N	p-valor
P1	1º Aval	76,13	75	99	57	10,28	30	0,342
	2º Aval	78,53	79	94	60	9,19	30	
N1	1º Aval	124,70	124	160	100	13,82	30	0,734
	2º Aval	125,77	126	156	113	10,39	30	
P2	1º Aval	205,07	206,5	251	140	26,03	30	0,089
	2º Aval	218,37	221,5	263	160	33,89	30	
N2	1º Aval	243,63	233,5	321	196	34,35	30	0,009*
	2º Aval	271,90	288	337	189	48,59	30	
P300	1º Aval	342,63	332,5	417	244	49,55	30	0,589
	2º Aval	348,67	350	429	286	36,18	30	

Tabela 16 - Comparação das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P300 obtidos com estímulo de fala, na condição com AASI, entre a primeira e a segunda avaliação, na intensidade de 75 dBnNA.

Amplitudes (Micro Volts)		Média	Mediana	Limite Superior	Limite Inferior	Desvio Padrão	N	p-valor
P1N1	1º Aval	4,56	4,78	7,52	0,91	1,585	30	0,582
	2º Aval	4,32	4,4	7,06	0,8	1,718	30	
P2N2	1º Aval	1,96	1,625	6,62	0,64	1,287	30	0,024*
	2º Aval	2,86	2,3	7,12	0,46	1,765	30	
P300	1º Aval	4,62	3,935	15,46	1,26	3,050	30	0,575
	2º Aval	5,05	4,74	15,02	1,12	2,964	30	

Discussão

6. DISCUSSÃO

Neste capítulo será realizada uma análise crítica dos resultados encontrados neste estudo, comparando quando possível com os achados da literatura especializada tendo em vista que foram encontrados poucos estudos na literatura sobre PEA em adultos e idosos usuários de AASI. A discussão ocorrerá na mesma ordem do capítulo de resultados para melhor compreensão.

Os potenciais evocados auditivos são uma fonte rica e complexa de informações para o estudo e o funcionamento da via auditiva central e vem sendo cada vez mais utilizados na prática da audiologia clínica (Jirsa,2002).

Estudos relatam que durante o envelhecimento a via auditiva sofre modificações na cóclea (Schuknect, 1955) assim como na via auditiva central, que vai do complexo nuclear coclear até o córtex auditivo primário (Bess, 2012). O envelhecimento da via auditiva é chamado de presbiacusia. Uma das definições para a presbiacusia é que esta é uma alteração sensorineural, com comprometimento da sensibilidade auditiva e ocasionando um prejuízo na compreensão da fala (Teixeira,2008).

Torna-se importante destacar que a presença de perda auditiva influencia na captação dos potenciais evocados auditivos. Portanto, ao ser realizado os PEALL em indivíduos adultos e idosos, deve-se ficar atentos ao grau da perda auditiva, visto que quanto maior o grau da mesma, menor a detecção do som e, conseqüentemente, maior o prejuízo na obtenção dos PEALL (Hoshii, 2010;

Freitas,2014). Por esse motivo, no presente estudo foi estabelecido como critério de inclusão o grau da perda auditiva de leve a moderado.

Neste estudo foram analisados os valores de latência dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300, bem como os valores das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P300 dos PEALL obtidos com estímulo de fala em dois momentos de avaliação. Na primeira avaliação, os componentes dos PEALL foram obtidos até uma semana de adaptação de AASI e, no segundo momento, seis meses após a avaliação inicial. Os PEALL foram captados nas condições com e sem AASI, nas intensidades de 60 e 75dBnNA. Estudos na literatura também enfatizam a importância dos PEALL como procedimento para monitorar as mudanças que podem ocorrer no SNAC relacionadas à plasticidade neuronal (Gilbert,1996; Cone-Wesson e Wunderlich, 2003).

Os resultados do presente estudo não apontaram diferenças estatisticamente significantes na comparação entre as orelhas direita e esquerda, tanto para as latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 como para as amplitudes P1-N1, P2-N2 e P300 na primeira avaliação eletrofisiológica da audição, na condição sem AASI, na intensidade de 60dBnNA (Tabelas 1 e 2).

No que diz respeito à comparação entre a primeira avaliação eletrofisiológica da audição e a segunda avaliação, na condição sem AASI, na intensidade de 60dBnNA, verificou-se que a latência do componente P1 apresentou diferença estatisticamente significativa (p-valor 0,034) (Tabela 3) devido a um aumento do valor médio de latência deste componente na segunda avaliação. Com relação à comparação das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P300, entre a primeira e a segunda

avaliação eletrofisiológica da audição, na condição sem AASI, não foi observada diferença estatisticamente significativa (Tabela 4).

Na avaliação eletrofisiológica da audição com AASI, na intensidade de 60dBnNA (Tabelas 5 e 6), não se obteve diferença estatisticamente significativa na comparação entre as orelhas direita e esquerda, da primeira avaliação, para as latências e amplitudes dos componentes estudados.

Ao comparar as médias das latências entre a primeira e a segunda avaliação eletrofisiológica da audição, na condição com AASI, na intensidade de 60dBnNA, não houve diferença estatisticamente significativa (Tabela 7). Na comparação das médias das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P300 entre a primeira e a segunda avaliação, na condição com AASI, na intensidade de 60dBnNA, foi observada uma diferença estatisticamente significativa (p-valor 0,024) para a amplitude P1-N1 (Tabela 8), evidenciando-se uma diminuição do valor médio desta amplitude na segunda avaliação.

O presente estudo investigou a via auditiva central de indivíduos adultos e idosos, por meio dos PEALL com estímulo de fala no início e após seis meses de uso do AASI em duas intensidades: 60 e 75dBnNA. Optou-se por realizar a pesquisa também a 60 dBnNA por ser a intensidade mais próxima da intensidade da fala, tendo em vista que estes indivíduos em algum momento estariam usando o AASI.

Outro aspecto enfatizado foi o estudo longitudinal da via auditiva, antes e após 6 meses do uso da amplificação, por meio da comparação da primeira avaliação eletrofisiológica da audição (até uma semana de adaptação de AASI) com a segunda avaliação eletrofisiológica (seis meses após a avaliação inicial), tendo

como objetivo investigar se o uso da amplificação possibilitou a ocorrência da plasticidade neuronal. De acordo com Grafman (2000), a plasticidade neuronal refere-se às modificações que ocorrem na atividade neural devido à prática de uma habilidade ou exposição frequente a um estímulo, demonstrando desta forma que ocorreu uma reorganização estrutural e/ou no funcionamento do sistema nervoso central pós intervenção.

Desta forma, por meio dos resultados obtidos no presente estudo, na intensidade de 60dBnNA, foi possível observar modificações na via auditiva após o uso de AASI na condição sem AASI (Tabela 3), por meio da diminuição da latência do componente P300 na segunda avaliação, visto que apresentou um p-valor (p-valor=0,051) muito próximo ao estipulado para a significância estatística (p-valor=0,050). Tal achado pode ter ocorrido devido ao n amostral ser reduzido (n=15). Talvez, se tivéssemos utilizado uma casuística maior, poderíamos evidenciar uma relevância estatística.

A literatura especializada (Hall, 2006) ressalta que a variável latência está diretamente relacionada com a velocidade da transmissão da informação acústica, e que a amplitude refere-se ao número de neurônios que estão sendo ativados frente à esta estimulação. Portanto, a diminuição da latência de alguns componentes dos PEALL no presente estudo demonstra que, após 6 meses da avaliação inicial, ocorreu um aumento da velocidade de transmissão do estímulo acústico, sugerindo a ocorrência de plasticidade na via auditiva após uso de amplificação na população adulta e idosa com perda auditiva. Ressalta-se que o mesmo não pode ser evidenciado para a variável amplitude (Tabela 8), e talvez isso tenha ocorrido pelo fato de que em uma intensidade menor (60 dBnNA) estão sendo estimulados menos neurônios.

Este resultado referente à amplitude corrobora o obtido por Peggy (2002) que, estudando os efeitos sensoriais da estimulação nas intensidades de 65dBnNA e 80dBnNA em 20 adultos ouvintes e 20 adultos com perda auditiva, observou no grupo de não ouvintes uma redução na amplitude e um atraso nas latências dos componentes dos PEALL na intensidade de 65dBnNA, concluindo que as latências são indicadores mais sensíveis nos efeitos da audibilidade, do menor estímulo para o maior estímulo.

Com relação aos resultados obtidos na comparação entre as orelhas direita e esquerda da primeira avaliação eletrofisiológica da audição, na condição sem AASI, na intensidade de 75dBnNA (Tabelas 9 e 10), não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes para as latências e amplitudes de todos os componentes dos PEALL estudados na presente pesquisa.

Os resultados apresentados na Tabela 11 demonstraram diferença estatisticamente significativa para a latência do componente P300 (p -valor 0,031), evidenciando-se uma diminuição no valor médio de latência entre a primeira e a segunda avaliação eletrofisiológica da audição, na condição sem AASI, na intensidade de 75dBnNA. Tais achados corroboram os obtidos no estudo de Miranda (2012) que, avaliando a audição de idosos com alteração cognitiva antes e após a intervenção com a adaptação de próteses auditivas (no momento da adaptação da prótese auditiva e depois de 3 meses), observou uma melhora significativa na resposta do P300, ou seja, redução da latência deste componente. Concordam, também, com os resultados obtidos no estudo de Fonseca (2006), que observou um aumento da amplitude e uma diminuição no valor de latência do componente P300 após o uso da prótese auditiva.

Observando-se os resultados apresentados na Tabela 12, verificou-se uma diferença estatisticamente significante para a amplitude P2-N2 (p-valor 0,024), visto que ocorreu um aumento no valor médio desta amplitude na segunda avaliação, na condição sem AASI, na intensidade de 75 dBnNA.

Na avaliação eletrofisiológica da audição com AASI, na intensidade de 75 dBnNA, não foram verificadas diferenças estatisticamente significantes entre as orelhas direita e esquerda, tanto para as latências como para as amplitudes estudadas (Tabelas 13 e 14).

Na comparação das latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 entre a primeira e a segunda avaliação eletrofisiológica da audição, na condição com AASI, na intensidade de 75 dBnNA, houve diferença estatisticamente significante para o componente N2 (p-valor 0,009) (Tabela 15) visto que ocorreu um aumento no valor médio de latência na segunda avaliação. No estudo das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P300, entre a primeira e a segunda avaliação, na condição com AASI, na intensidade de 75 dBnNA, verificou-se uma diferença estatisticamente significante (p-valor 0,024) para a amplitude P2-N2, evidenciando-se um aumento do valor médio de amplitude na segunda avaliação eletrofisiológica da audição (Tabela 16).

A melhora observada no valor de latência do P300 (diminuição da latência) e na amplitude P2-N2 (aumento da amplitude), na condição sem AASI a 75 dBnNA (Tabelas 11 e 12) e na amplitude P2-N2 (aumento) na condição com AASI a 75 dBnNA (Tabela 16), sugere que frente ao uso do AASI, o SNAC de adultos e idosos com perda auditiva sofreu modificações morfológicas e funcionais como aumento do número de neurônios responsivos e da ramificação dendrítica, aumento da mielinização neuronal e melhora nas conexões e sincronizações sinápticas (Fallon

et al., 2009; Jang et al., 2010; Kral e Sharma, 2012). Tais achados reforçam a idéia de que mesmo em uma via em degeneração, decorrente da idade, a plasticidade neuronal está presente. Segundo Ponton et al. (2001), a capacidade do cérebro humano em mudar com a experiência auditiva é muito mais efetiva em crianças, porém, persiste em indivíduos adultos. Além disso, de acordo com Musiek et al. (2002) a capacidade cerebral em mudar com a estimulação auditiva é melhor em indivíduos mais jovens, mas nos idosos essa plasticidade também está presente e pode ser observado por meio dos PEA.

Embora não tenha sido objetivo do presente estudo comparar os resultados obtidos nos PEALL entre as condições sem e com AASI, ao observarmos os valores de latência e amplitude da primeira avaliação a 75 dBnNA sem AASI (Tabelas 11 e 12 respectivamente) e a 75 dBnNA com AASI (Tabelas 15 e 16 respectivamente), é possível verificar uma diminuição nos valores médios de latência dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 e um aumento da amplitude P1-N1 na condição com AASI. Isto pode ser justificado pelo fato de que na condição com AASI, o estímulo acústico empregado é amplificado, o que permite a estimulação de um número maior neurônios, levando a um aumento da amplitude e uma diminuição nos valores de latência. Tais achados corroboram os obtidos no estudo de Billings et al. (2011) e Billings et al. (2007) que, avaliando indivíduos com audição normal nas condições com e sem AASI por meio dos PEALL, observaram uma diminuição de latência e aumento de amplitude dos componentes frente ao aumento do nível de saída do estímulo acústico.

Ainda na comparação entre a primeira e a segunda avaliação a 75 dBnNA, outro aspecto que pode ser observado foi a melhora na latência do componente P300 na condição sem AASI, o que não pode ser visualizado na condição com

AASI. Além disso, houve uma piora na latência do componente N2 e uma melhora na amplitude P2-N2 nas condições sem e com AASI. Talvez na condição com AASI possa ter ocorrido uma redução do ganho do AASI frente a um estímulo sonoro mais intenso (75 dBnNA), interferindo na velocidade de processamento da informação acústica (latência), porém não interferindo no número de neurônios que estavam sendo ativados (amplitude). Segundo Ferrari (2015), frente a um sinal de entrada mais intenso pode ocorrer a ativação do algoritmo de redução de ganho, podendo comprometer a audibilidade dos sons e, conseqüentemente, a percepção da fala.

De acordo com a literatura, indivíduos com presbiacusia apresentam além do comprometimento periférico, comprometimento do sistema nervoso central decorrente do envelhecimento. Este comprometimento prejudica a decodificação fonêmica, a percepção de mudanças rápidas na fala, além de prejudicar a transmissão inter-hemisférica e codificação dos estímulos verbais e não verbais (Rajan e Cainer, 2008). Na presente pesquisa, levando-se em consideração as duas intensidades do estímulo acústico utilizadas (60 e 75 dBnNA) e o tipo de estímulo acústico (fala, ou melhor, sílaba), de uma maneira geral observou-se respostas mais efetivas quando foi empregada uma intensidade mais alta de estímulo acústico. Tendo em vista que uma única sílaba oferece menos pistas acústicas que uma palavra ou frase e que indivíduos idosos apresentam, além da perda auditiva, comprometimento no processamento auditivo de estímulos mais complexos como a fala talvez o uso de uma intensidade mais alta tenha propiciado uma visualização mais acurada das modificações sofridas no SNAC decorrentes da amplificação.

Conclusão

7. CONCLUSÃO

Frente aos resultados obtidos pode-se concluir que os PEALL com estímulo de fala demonstraram ser um importante procedimento para ser utilizado na prática clínica, visando monitorar a plasticidade neuronal do Sistema Nervoso Auditivo Central frente à estimulação auditiva (uso de AASI), em adultos e idosos com perda auditiva neurossensorial de grau leve a moderado.

Observou-se em adultos e idosos usuários de AASI:

- Diminuição da latência do componente P300 e aumento da amplitude P2-N2 dos PEALL obtidos com estímulo de fala a 75 dBnNA na condição sem AASI, após seis meses de uso da amplificação;
- Aumento da amplitude P2-N2 dos PEALL obtidos com estímulo de fala a 75 dBnNA na condição com AASI, após seis meses de uso da amplificação.

ANEXOS

8. Anexos

Anexo I

Anexo A- APROVAÇÃO DA COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

APROVAÇÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de 15/07/2015, APROVOU o Protocolo de Pesquisa nº 228/15 intitulado: “POTENCIAIS

EVOCADOS AUDITIVOS DE LONGA LATÊNCIA EM INDIVÍDUOS

ADULTOS COM PERDA AUDITIVA NEUROSENSORIAL E NOVOS USUÁRIOS DE AASIS” apresentado pelo Departamento de

FISIOTERAPIA, FONOAUDIOLOGIA E TERAPIA OCUPACIONAL

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar ao CEPFMUSP, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 466/12, inciso IX.2, letra "c").

Pesquisador (a) Responsável: Carla Gentile Matas

Pesquisador (a) Executante: Gabriela Valiengo de Souza

CEP-FMUSP, 15 de Julho de 2015.

Prof. Dr. Roger Chammas
Coordenador
Comitê de Ética em Pesquisa

ANEXO II

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. NOME: :.....

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : SEXO : .M F

DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO
 Nº.....APTO.....

BAIRRO:..... CIDADE

CEP:..... TELEFONE: DDD (.....).....

2. RESPONSÁVEL

LEGAL

.....

NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.)

DOCUMENTO DE IDENTIDADE :SEXO: M F

DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO: Nº APTO:

BAIRRO: CIDADE:

CEP: TELEFONE: DDD (.....).....

DADOS SOBRE A PESQUISA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: **Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência em indivíduos adultos com perda auditiva neurossensorial e novos usuários de AASIs**

PESQUISADOR: Gabriela Valiengo de Souza

CARGO/FUNÇÃO: Mestranda..... INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº 2-19382

UNIDADE DO HCFMUSP: Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da FMUSP

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO

RISCO MÉDIO

RISCO BAIXO

RISCO MAIOR

4.DURAÇÃO DA PESQUISA : 24 Meses

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Essas informações estão sendo fornecidas para a sua participação neste estudo, que tem como objetivo avaliar os efeitos da estimulação auditiva por meio da comparação dos potenciais pré e pós adaptação do aparelho auditivo. Os mesmos procedimentos serão realizados em adultos sem qualquer tipo de alteração auditiva, para efeitos de comparação dos resultados.

Os testes que serão realizados são: a) Audiometria Tonal (avaliação da menor intensidade de resposta que pode ser percebida); b) Imitanciometria (em uma orelha será colocado o fone de ouvido e na outra uma sonda, você escutará apitos c) Potenciais Evocados Auditivos (avaliação das ondas cerebrais relacionadas à audição, indicando se o Sistema Nervoso Auditivo Central está funcionando adequadamente). As avaliações serão realizadas antes e após 3 meses da adaptação do aparelho auditivo, e terão tempo de duração de aproximadamente uma hora e trinta minutos.

Primeiramente será realizada a Audiometria Tonal e depois os potenciais evocados auditivos, nos quais serão colocados alguns fios na superfície da pele, para captação das ondas cerebrais relacionadas à audição após a estimulação auditiva.

Os testes utilizados oferecem um risco mínimo, pode haver um leve desconforto na limpeza da pele para a colocação dos eletrodos.

O benefício dessa avaliação é verificar a sua audição, bem como verificar como o som é conduzido até o cérebro com o uso do aparelho auditivo. Além disso, com estas avaliações será possível analisar o benefício trazido pelo uso do aparelho auditivo. Sendo assim, os resultados encontrados neste estudo poderão contribuir para o melhor conhecimento dos efeitos da habilitação auditiva por meio do aparelho auditivo na estimulação do Sistema Nervoso Auditivo Central em adultos com deficiência auditiva .

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é a Dra. Carla Gentile Matas, que pode ser encontrada no endereço - Rua Cipotânea, 51 - telefone: 3091-8411.

O paciente poderá obter esclarecimentos a qualquer pergunta ou esclarecimento acerca dos procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados à pesquisa. O principal investigador da pesquisa é a Dra. Carla Gentile Matas, que pode ser encontrada no endereço Rua Cipotânea 51 Cidade Universitária, Tel. 3091-8418. Caso tenha alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da

Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (CEP-FMUSP): **Av. Dr. Arnaldo, 251 - Cerqueira César - São Paulo - SP -21º andar – sala 36- CEP: 01246-000** Tel: 3893-4401/4407
E-mail: cep.fm@usp.br

É garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo.

As informações obtidas serão analisadas em conjunto com outros pacientes, não sendo divulgada a identificação de nenhum paciente.

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

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

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo “ **Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência em indivíduos adultos com perda auditiva neurossensorial e novos usuários de AASIs**”

Eu discuti com a Dra Carla Gentile Matas sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que a sua participação é isenta de despesas e que ele tem garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente da minha participação neste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades.

Assinatura do paciente/representante legal

Data ____ / ____ / ____

Assinatura da testemunha

Data ____ / ____ / ____

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

(Somente para o responsável do projeto)

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

Assinatura do responsável pelo estudo

Data ____ / ____ / ____

ANEXO III- PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

FACULDADE DE MEDICINA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO - FMUSP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência em adultos pré e pós adaptação do AASIs

Pesquisador: CARLA GENTILE MATAS

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 45555915.6.0000.0065

Instituição Proponente: FUNDACAO FACULDADE DE MEDICINA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.671.258

Apresentação do Projeto:

Trata-se do relatório de andamento do projeto de Mestrado que estuda a Neuroplasticidade do sistema auditivo frente ao uso de aparelho de amplificação sonora individual (AASI).

Objetivo da Pesquisa:

Caracterizar os Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL) em adultos com perda auditiva neurossensorial, verificando os efeitos da estimulação auditiva por meio da comparação destes potenciais pré e pós adaptação do Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI).

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos são mínimos, inerentes aos testes utilizados, podendo haver um leve desconforto na limpeza da pele para a colocação dos eletrodos.

Os benefícios serão indiretos, a partir do conhecimento sobre quais os níveis de pressão sonora que o indivíduo está exposto com seu estéreo pessoal e da orientação quanto aos possíveis prejuízos para audição decorrentes da utilização destes equipamentos com intensidades elevadas.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto bem elaborado e exequível.

Endereço: DOUTOR ARNALDO 251 21º andar sala 36

Bairro: PACAEMBU

CEP: 01.246-903

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3893-4401

E-mail: csp.fm@usp.br

FACULDADE DE MEDICINA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO - FMUSP



Continuação do Parecer: 1.671.258

Ausência	TCLE GRUPO ESTUDO.doc	25/05/2015 12:27:38		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE- GRUPO CONTROLE.doc	25/05/2015 12:25:44		Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 10 de Agosto de 2016

Assinado por:

Maria Aparecida Azevedo Koike Folgueira
(Coordenador)

Endereço: DOUTOR ARNALDO 251 21º andar sala 36

Bairro: PACAEMBU

CEP: 01.246-903

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3893-4401

E-mail: cep.fm@usp.br

Referência Bibliográfica

9. Referências Bibliográficas

Allum-Mecklenburg,D; Babighian,G. Cochlear performace as an indicator of auditory plasticity in humans. In:Salvi RJ, Henderson D, Fiorino F, Colleti B, editors. Auditory system plasticity and regeneration. New York: Thieme Medical Publishers;1996. P.395-404.

Aparecido JCS, Seisse GGS , lobo IN , Carvalho R, Matas C. Arq. Int. Otorrinolaringol. / Intl. Arch. Otorhinolaryngol., São Paulo - Brasil, v.15, n.4, p. 486-491, Out/Nov/Dezembro - 2011.

Bess FH, Hedley- Willians A. Avaliação audiológica dos idosos. In: Musiek FE, Rintelmann WF. Perspectivas atuais em avaliação auditiva. 1ed.Barueri-SP: Manole;2001.

Billings CJ, Tremblay KL, Miller CW. Aided cortical auditory evoked potentials in response to changes in hearing aid gain. Intl J Audiol, 2011; 50: 459–467.

Billings CJ, Tremblay KL, Souza PE, Binns MA. Effects of hearing aid amplification and stimulus intensity on cortical auditory evoked potentials. Neurootol. 2007;12(4):234–246.

Billings CJ, Tremblay KL, Stecker GC, Tolin WM. Human evoked cortical activity to signal-to-noise ratio and absolute signal level. Hear Res. 2009;254(1–2):15–24

Boéchat EM. Boéchat, EM. Plasticidade do Sistema Auditivo Nervoso Central. São Paulo. Tratado de Fonoaudiologia 2009, Roca; Cap 17:161. 2003.

Boéchat, EM. Plasticidade do Sistema Auditivo Nervoso Central. São Paulo. Tratado de Fonoaudiologia 2009, Roca; Cap 17:162.

Cone- Wesson B, Wunderlich J. Auditory evoked potentials from the cortex: audiology applications. *Cur Opin OtolaryngoHead Neck Surg.*2003;11(5):372-7

Duarte JL, Alvarenga KF, Costa OA. Potencial cognitivo P300 realizado em campo livre: aplicabilidade do teste. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2004;70(6):781-6.

Ferrari DV. Características do Aparelho de Amplificação Sonora Individual em Adultos/ Algoritmos de Cancelamento da Microfonia, Expansão e Redução Digital do Ruído. . São Paulo. *Tratado de Fonoaudiologia* 2015, Santos; Cap 35:.266

Fonseca, C. B. F. “Estudo dos potenciais evocados auditivos de Longa Latência (p300), em indivíduos com perda auditiva neurossensorial unilateral, antes e após a adaptação de prótese auditiva”. –São Paulo 2006. xii, 59f. Tese (Mestrado) UNIFESP – Escola Paulista de Medicina.

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

Franco GM. O potencial evocado cognitivo em adultos normais. *Arq Neuropsiquiatr.* 2001; 59(2-A): 198-200.

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

Gatehouse S, Robinson K. Acclimatisation to monaural hearing aid fitting - effects on loudness functions and preliminary evidence for parallel electrophysiological and behavioural effects. In: Kollmeier B, editor. *Psychoacoustics, speech and hearing aids.* 1996. pp. 319–330

Gil, D. Treinamento Auditivo Formal em Adultos com Deficiência Auditiva. – [tese de doutorado]. São Paulo, Universidade Federal de São Paulo, 2006.

Glista D, Easwar V, Purcell DW, Scollie S. A Pilot Study on Cortical Auditory Evoked Potentials in Children: Aided CAEPs Reflect Improved High-

Frequency Audibility with Frequency Compression Hearing Aid Technology. Int J Otolaryngol. V. 2012, Article ID 982894, 12 pages.

Golding M, Pearce W, Seymore 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;18:117–125.

Hall JW. New handbook of auditory evoked responses. ed. Boston: Pearson, 2007 750p.

Hoshii, LA. Potencial evocado auditivo de longa latência em um grupo de crianças deficientes auditivas usuárias de aparelho de amplificação sonora individual: estudo de caso. 2010. p. 36-40. Tese (Mestrado) – PUC-SP

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

Junqueira CAO, Colafêmina JF. Investigação da estabilidade inter e intra-examinador na identificação do P300 auditivo: análise de erros. Rev Bras Otorrinolaringol. 2002; 68(4): 468-478.

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

Kraus N, Mc Gee T. "Potenciais Auditivos Evocados de Longa Latência". – Tratado de Audiologia Clínica. 403-414 São Paulo: Manole, 1999.

Karl e. Misulis. "Tipos de PAE, Princípios e métodos gerais de estimulação e registro." - Manual do Potencial Evocado de Spehlmann. 115. Rio de Janeiro: Revinter, 2003.

Lopes AS, Aurélio NHS, Santos SN, Petry T, Costa MJ. Análise de Resultados a Partir de Testes de Sentenças e Questionário de Auto-Avaliação. Rev. CEFAC, São Paulo, 2010.

Matas CG, Santos Filha VAV, Okada MMCP, Resque JR. Potenciais evocados auditivos em indivíduos acima de 50 anos de idade. Pró-Fono 2006; 18 (3):277 284.

Matas CG, Santos Filha VAV, Okada MMCP, Resque JR. Potenciais evocados auditivos em indivíduos acima de 50 anos de idade. Pró-Fono 2006; 18 (3):277 284.

Matas, CG; Magliaro, FCL. Introdução aos Potenciais Evocados Auditivos e Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico. Tratado de Audiologia 2011, Roca; Cap 181:193-194.

Mc Pherson DL. Late potentials of the auditory system. San Diego. Singular Publishing Group, 1996.

Miranda EC. Estudo Eletrofisiológico e Comportamental da Audição em Idosos com Alteração Cognitiva Antes e Após a Adaptação de Próteses Auditivas. [Tese de doutorado] São Paulo, Universidade Federal de São Paulo, 2012.

Misulis KE. "Tipos de PAE, Princípios e métodos gerais de estimulação e registro." - Manual do Potencial Evocado de Spehlmann. 115. Rio de Janeiro: Revinter,2003.

Misulis KE. Descrição Geral dos Potenciais Evocados. - Rio de Janeiro. Manual do Potencial Evocado de Spehlmann 2003, Revinter. Capítulo 15:356-359.

Misulis KE. Tipos de PAE, Princípios e métodos gerais de estimulação e registro. Rio de Janeiro. Manual do Potencial Evocado de Spehlmann 2003, Revinter. Capítulo 115:76-79.

Musiek FE, Berge BE. How eletrophysiologic tests of central auditory processing influence management. In: Bess F (Org). Children with hearing impairment. Nashville, Nanderbelt: Bill Wilkerson Center Press. 1998.p.145-162.

Musiek FE, Shinn J, Hare C. Plasticity, auditory training, and auditory processing disorders. *Semin Hear.* 2002;23(4):263-75.

Polich J, Ladish C, Burns B. Normal variation of P300 in children: Age, memory span and head size. *International Journal Psychophysiology*, 1990 237-248.

Polich J. P300 component of the event-related potential from auditory stimuli: Peak definition, variation and measurement, *Journal of Gerontology*, v.40, p.721- 726, 1985.

Polich J. P300 in clinical applications: meaning method and measurement. *American Journal EGG Techology*, 1991 201-231

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

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

Reis, ACM; Iorio, MCM. P300 em sujeitos com perda auditiva. *Pró-Fono* 2007; 19 (1):113-122.

Rev Bras Otorrinolaringol. V.70, n.1, 84-9, jan./fev. 2004- C. R. Anias¹ , M. A. M. T. Lima² , A. O. A. Kós³

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

Schiff S, Valenti P, Andrea P, Lot M, Bisiacchi P, Gatta A, Piero A. The effect of aging on auditory components of event-related brain potentials. *Clin Neurophysiol*,2008;119:1795-802.

Schmithorst VJ, Holland SK, Ret J, Duggins A, Arjmand E, Greinwald J. Cortical reorganization in children with unilateral sensorineural hearing loss. *Neuroreport.* 2005; 16(5): 463-467.

Stach BA, Loisel LH, Jerger JF. Special hearing aid considerations in elderly patients with auditory processing disorders. *Ear Hear.* 1991; 12(6):131S- 138S.

Silman S., Iório M.C.M., Mizhahi M.M., Parra, V.M. Próteses auditivas: um estudo sobre seu benefício na qualidade de vida de indivíduos portadores de perda auditiva neurossensorial. *Distúrbios da Comunicação*, São Paulo, 16(2): 153-165, agosto, 2004.

Silva LPA, Queiroz F, Lima I. Fatores etiológicos da deficiência auditiva em crianças e adolescentes de um centro de referência APADA em Salvador-BA. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2006;72(1):33-6.

Souza PE, Tremblay KL. New perspectives on assessing amplification effects. *Trends in Amplification*, 2006: 10(3): 119-141.

Stach BA, Loisel LH, Jerger JF, Special hearing aid considerations in elderly patients with auditory processing disorders. *Ear Hear.*1991;12(6):131S- 138S.

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

Sweetow RW. Training the auditory brain to hear. *The Hearing Journal*. 2005;58(6):10-16.

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

Verleger, R; Neukäter, W; Kämpf, D; Vieregge, P. On the reasons for the Delay of P3 latency in healthy elderly subjects. *Clin. Neurophysiol*, 1991; 79:488- 502.

Welsh LW, Welsh JJ, Rosen LF. Function of a hearing aid user under stressful conditions. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2000;109(10 Pt 1):929-39

Yamamoto, CH; Ferrari, DV. Relação entre limiares audiométricos, handicap e tempo para procura de tratamento da deficiência auditiva. *Rev. soc. bras. fonoaudiol*. vol.17 no.2 São Paulo Apr./June 2012.