

**RENATA ALONSO**

**P300 em indivíduos com transtorno de processamento auditivo  
(central) submetidos a treinamento auditivo**

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

Área de Concentração: Comunicação Humana  
Orientadora: Profa. Dra. Eliane Schochat

**São Paulo**

**2008**

# **Livros Grátis**

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

Milhares de livros grátis para download.

***DEDICATÓRIA***

---

---

Aos meus pais,

Ana Regina e José Carlos, pelo amor, carinho, dedicação, apoio e presença fundamentais em todos os momentos da minha vida.

Às minhas irmãs,

Ana Carla e Cristina, por todo carinho e apoio e por estarem sempre ao meu lado.

Aos meus sobrinhos,

Pedro e Guilherme, pelo carinho, compreensão e por todos os momentos de alegria.

***AGRADECIMIENTO ESPECIAL***

---

À Profa Dra Eliane Schochat,

Por ter acreditado e compartilhado comigo tantos conhecimentos. Pela minha admiração e por toda sua dedicação e competência, que tanto contribuíram na minha formação acadêmica e profissional. Obrigada pelos ensinamentos e pelas lições de vida.

## ***AGRADECIMENTOS***

---

Às Professoras, **Dra Carla Gentile Matas, Dra Renata Mamede Carvalho e Dra Ivone Ferreira Neves**, que gentilmente participaram do exame de qualificação, e ofereceram preciosas contribuições para a realização deste trabalho.

À querida **Tati**, pelo apoio e exemplo de competência e, principalmente, pela amizade.

Às fonoaudiólogas e amigas, **Ivone, Camila, Gabriela, Cristina, Renata e Carol**, pelo apoio e por todas as carinhosas orientações.

Às minhas grandes amigas, **Aline, Juliana e Mariana**, pelo carinho, por cada palavra amiga e por estarem sempre presentes.

Ao meu cunhado, **Rafael**, por todo apoio e carinho.

À querida **Cristina**, da secretaria, por sua paciência, ajuda e pelas palavras de ânimo.

À secretária de pós-graduação, **Beatriz**, por sua dedicação e presença nos momentos de dúvida.

Ao **Jimmy Adams**, pela contribuição na análise estatística.



Ao **Daniel Pio Soares**, pela revisão do português.

Aos meus **familiares**, por me apoiarem nesta conquista.

A todos os meus **amigos**, pelo apoio e pelos momentos de descontração e alegria.

A meus **sujeitos** e seus **familiares**, pela colaboração e participação. Obrigada, sem vocês este estudo não seria possível.

À **FAPESP**, que financiou a realização deste projeto.

*“Sua tarefa é descobrir o seu trabalho e, então,  
com todo coração, dedicar-se a ele”.*

(Buda)

## NORMATIZAÇÃO 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. Serviço 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 Fazanelli Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 2ª ed. – São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação – SBD/FMUSP, 2005.

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

## SUMÁRIO

Lista de abreviaturas, símbolos e siglas

Lista de Tabelas

Lista de Quadros

Lista de Anexos

Resumo

*Summary*

1. INTRODUÇÃO.....	01
2. OBJETIVOS.....	06
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	08
3.1. Plasticidade neural e treinamento auditivo.....	09
3.2. Potenciais evocados auditivos relacionados a medidas comportamentais e à plasticidade neural.....	17
4. MÉTODOS.....	38
5. RESULTADOS.....	58
6. DISCUSSÃO.....	71
7. CONCLUSÕES.....	95
8. ANEXOS.....	98
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	106

## LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS.

A1	mastóide esquerda
A2	mastóide direita
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
CAPPesq	Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa
CEA	Centro de Estatística Aplicada
Cz	vértex
dB	decibel
DC	direito competitivo
DNC	direito não competitivo
DNV	Dicótico Não verbal
EC	esquerdo competitivo
ENC	esquerdo não competitivo
et al.	e outros
FMUSP	Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
GC	Grupo Controle
GE	Grupo Estudo
Hz	hertz
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IPRF	Índice Perceptual de Reconhecimento de Fala
LRF	Limiar de Recepção de Fala
MMN	<i>Mismatch Negativity</i>

ms	milissegundos
NA	Nível de Audição
NS	Nível de Sensação
PEA	Potencial Evocado Auditivo
PEATE	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico
PSI	<i>Pediatric Speech Inteligibility</i>
SNAC	Sistema Nervoso Auditivo Central
SSW	<i>Staggered Spondaic Word</i>
TA	Treinamento Auditivo
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TPA(C)	Transtorno de Processamento Auditivo (Central)
μV	microvolt

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição dos sujeitos em relação ao sexo e à idade no Grupo Estudo.....	60
Tabela 2 – Distribuição dos sujeitos em relação ao sexo e à idade no Grupo Controle.....	60
Tabela 3 – Comparação da avaliação comportamental do Grupo Controle com o Grupo Estudo pré Treinamento Auditivo.....	61
Tabela 4 – Comparação da avaliação comportamental do Grupo Estudo pré e pós Treinamento Auditivo.....	62
Tabela 5 – Comparação da avaliação comportamental do Grupo Controle com o Grupo Estudo pós Treinamento Auditivo.....	63
Tabela 6 – Comparação das medidas descritivas de latência de ambos os grupos de sujeitos na 1 <sup>a</sup> e na 2 <sup>a</sup> avaliação eletrofisiológica.....	67
Tabela 7 – Comparação das medidas descritivas de amplitude de ambos os grupos de sujeitos na 1 <sup>a</sup> e na 2 <sup>a</sup> avaliação eletrofisiológica.....	68

Tabela 8 – Comparação das medidas descritivas de latência na primeira e na segunda avaliação entre o Grupo Estudo e o Grupo Controle.....69

Tabela 9 – Comparação das medidas descritivas de amplitude na primeira e na segunda avaliação entre o Grupo Estudo e o Grupo Controle.....70



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tamanhos amostrais dos grupos.....	40
Quadro 2 – Limites de normalidade do teste SSW.....	55
Quadro 3 – Valores de latências absolutas e intervalos interpicos (média e variância) propostos por Flabiano et al. (2002) para o equipamento Bio-logic.....	55
Quadro 4 – Caracterização da amostra quanto ao número de crianças participantes do estudo.....	59
Quadro 5 – Comparação da avaliação comportamental do Grupo Estudo pré e pós Treinamento Auditivo.....	63
Quadro 6 – Resultados qualitativos do Grupo Estudo pré e pós Treinamento Auditivo.....	64
Quadro 7 – Contagem de estímulos raros do Grupo Estudo e do Grupo Controle em ambas as avaliações eletrofisiológicas.....	65

## LISTA DE ANEXOS

Anexo A – Certificado de aprovação da Comissão de Ética para a Análise de Projetos de Pesquisa da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.....	99
Anexo B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	100
Anexo C – Protocolo de Avaliação do Processamento Auditivo (Central).....	101
Anexo D – Lista de Atividades para Casa.....	103
Anexo E – Tabelas comparativas dos valores de latência e amplitude entre a orelha direita e a orelha esquerda obtidos em ambos os grupos de sujeitos.....	104
Anexo F – Tabelas comparativas dos resultados comportamentais entre a orelha direita e a orelha esquerda obtidos em ambos os grupos de sujeitos.....	105

## RESUMO

ALONSO R. *P300 em indivíduos com transtorno de processamento auditivo (central) submetidos a treinamento auditivo* [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2008.

**INTRODUÇÃO:** Os Potenciais Evocados Auditivos, associados à avaliação comportamental, podem ser uma ferramenta útil no diagnóstico e no monitoramento das mudanças ocorridas no Sistema Nervoso Auditivo Central em indivíduos com Transtorno de Processamento Auditivo (Central) submetidos a Treinamento Auditivo. **OBJETIVOS:** Os objetivos deste estudo foram caracterizar o P300 em crianças com Transtorno de Processamento Auditivo (Central) e verificar a evolução dos achados deste potencial frente ao Treinamento Auditivo. **MÉTODOS:** Participaram do estudo 29 indivíduos com Transtorno de Processamento Auditivo (Central) (Grupo Estudo) e 29 indivíduos sem Transtorno de Processamento Auditivo (Central) (Grupo Controle) com idades entre oito e 16 anos. Todos os indivíduos foram submetidos à avaliação inicial do processamento auditivo (central) e a uma primeira gravação do P300. O Grupo Estudo foi submetido a um programa de Treinamento Auditivo em cabina acústica durante oito sessões e, um mês após o término deste período, foi realizada nova avaliação do processamento auditivo (central) e nova gravação do P300. O Grupo Controle foi submetido a uma nova avaliação do P300 após três meses da avaliação inicial. **RESULTADOS:** Para os testes

comportamentais, houve diferença estatisticamente significativa em todos os testes quando comparados o Grupo Estudo ao Grupo Controle e nas situações pré e pós Treinamento Auditivo do Grupo Estudo. Quando comparados os dados eletrofisiológicos do Grupo Estudo antes e após o Treinamento Auditivo, houve diferença estatisticamente significativa para a latência da onda P300. No Grupo Controle, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes nos dados eletrofisiológicos entre a avaliação inicial e a final. Na comparação entre o Grupo Estudo e o Grupo Controle antes do Treinamento Auditivo, houve diferença estatisticamente significativa nas medidas de latência e de amplitude e, após o Grupo Estudo ser submetido ao Treinamento Auditivo, houve diferença estatisticamente significativa apenas na amplitude entre os dois grupos. CONCLUSÕES: O P300 mostrou-se um instrumento útil no diagnóstico e no monitoramento da reabilitação de crianças com Transtorno de Processamento Auditivo (Central).

## SUMMARY

ALONSO R. *P300 in individuals with (central) auditory processing disorder submitted to auditory training* [dissertation]. São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo"; 2008.

INTRODUCTION: Auditory Evoked Potentials associated to behavioral assessment may be a useful tool for the diagnosis and monitoring of changes in the Auditory Central Nervous System of individuals with (Central) Auditory Processing Disorder submitted to Auditory Training. AIM: The aims of this study were to characterize the P300 of children with (Central) Auditory Processing Disorder and to verify the improvement of this potential's findings after the Auditory Training. METHOD: 29 individuals with (Central) Auditory Processing Disorder (Study Group) and 29 individuals without (Central) Auditory Processing Disorder (Control Group), ranging in age from eight to 16 years old took part in this study. All of them underwent the initial assessment of (Central) Auditory Processing and a first recording of P300. The Study Group underwent an Auditory Training program in acoustic booth during eight sessions, and a month after the end of this period, a new (Central) Auditory Processing assessment and a new recording of P300 were performed. The Control Group underwent a new recording of P300 three months after the initial assessment. RESULTS: Significant statistical differences were found in all behavioral tests when the Study Group was compared to the Control Group, and in the pre and post

Auditory Training situations of the Study Group. When the electrophysiological data of the Study Group was compared before and after the Auditory Training, there was a significant statistical difference for the latency of wave P300. In the Control Group, no significant statistical differences were found between the initial and the final assessments. Comparing the Study Group and the Control Group before the Auditory Training, it was observed a significant statistical difference concerning measures of latency and amplitude, and after the Auditory Training of the Study Group, it was observed a significant statistical difference between the two groups only regarding the amplitude. CONCLUSIONS: P300 showed to be a useful instrument for the diagnosis and monitoring the rehabilitation of children with (Central) Auditory Processing Disorder.

## ***INTRODUÇÃO***

---

## 1. INTRODUÇÃO

A utilização de métodos objetivos de avaliação da audição, associados aos métodos comportamentais, vem se tornando cada vez mais freqüente no campo da audiologia clínica.

Os Potenciais Evocados Auditivos (PEA) constituem uma fonte rica e complexa de informações sobre as vias do Sistema Nervoso Auditivo Central (SNAC), e de estruturas ativadas por estimulação auditiva (Ponton et al., 2000). Esses potenciais podem ser mais sensíveis do que qualquer teste comportamental a certas lesões no SNAC (Baran e Musiek, 1991).

Os PEA são freqüentemente classificados de acordo com a latência em que ocorrem, a qual representa o tempo entre o estímulo apresentado e a resposta originada. Os PEA gerados a partir de 80 ms após a apresentação do estímulo têm origem nas áreas primárias, secundárias e de associação do córtex auditivo, e são denominados Potenciais Evocados Auditivos de longa latência (Ruth e Lambert, 1991).

Dentre os PEA de longa latência está o P300, o qual é classificado como endógeno ou cognitivo, pois possui características que variam com a atenção e com o desempenho do indivíduo avaliado em tarefas cognitivas (Junqueira, 2001; Cone-Wesson e Wunderlich, 2003; Kececi et al., 2006).

O P300 é constituído por uma onda positiva com latência aproximada de 300 ms pós-estímulo e reflete a atividade de áreas cerebrais responsáveis por funções específicas, tais como atenção e memória (Hirayasu et al., 2000).



---

O P300 é freqüentemente eliciado por tarefas de discriminação auditiva, nas quais o avaliado deve responder a estímulos alvo que são apresentados de forma aleatória, e em menor número entre estímulos freqüentes – paradigma *Oddball* (Hood, 1999).

A presença, a latência e a amplitude do P300 variam de acordo com o estado atencional do indivíduo avaliado e com a “demanda cognitiva” da tarefa realizada pelo mesmo (Polich, 1998; Cone-Wesson e Wunderlich, 2003).

Para Cone-Wesson e Wunderlich (2003), dentre os geradores neurais do P300, estão o córtex auditivo central, áreas de associação do córtex centroparietal e do lobo frontal e áreas relacionadas à memória, tais como o hipocampo.

O Transtorno de Processamento Auditivo (Central) (TPA(C)) pode ser definido como a alteração no processamento da informação auditiva, resultando em disfunções nos processos dedicados à audição (Jerger e Musiek, 2000; Ptok et al., 2004), e dentre eles, alterações perceptuais relacionadas ao processamento de sinais complexos, como a fala (Kraus et al., 1996; Nittrouer, 1999).

O TPA(C) é composto por um grupo complexo e heterogêneo de alterações freqüentemente associadas a uma série de alterações auditivas e à sensibilidade auditiva normal.

Apesar de os testes comportamentais serem bastante disponíveis e acessíveis ao clínico na avaliação do TPA(C), alguns autores citam que os resultados desses testes podem sofrer influências negativas de diversas

---

variáveis, dentre elas, fatores lingüísticos e cognitivos (Lauter, 1999; Jirsa, 2002).

Diversos autores (Jirsa, 2002; Putter-Katz et al., 2002; Hall e Johnson, 2007) citam a utilidade dos testes eletrofisiológicos em indivíduos com TPA(C), sendo que esses exames avaliam todas as áreas cerebrais envolvidas no processamento auditivo (central), sofrendo mínima influência de fatores extrínsecos – ao contrário dos testes comportamentais.

Para Hall e Johnson (2007), os PEA corticais são os mais sensíveis a alterações específicas no SNAC relacionadas ao TPA(C) e, de acordo com os mesmo autores, anormalidades nos PEA são freqüentemente encontradas em indivíduos com TPA(C), principalmente nos PEA de longa latência.

Mesmo sendo clara a importância das medidas dos PEA de longa latência (dentre eles o P300) na população com TPA(C), há poucos estudos nessa área. Em um estudo publicado por Jirsa e Clontz, em 1990, foram encontradas diferenças significantes nas medidas de P300 de sujeitos com TPA(C), quando comparados a sujeitos com desenvolvimento típico.

Atualmente, o Treinamento Auditivo (TA) é uma técnica amplamente utilizada na intervenção em indivíduos com TPA(C), e diversos estudos indicam que o TA pode ter influência positiva no processamento temporal de crianças com dificuldades lingüísticas e de aprendizagem (Tallal et al., 1996; Musiek e Schochat, 1998). De acordo com Chermak e Musiek (2002), o TA é indicado para melhorar a função do sistema auditivo na resolução de sinais acústicos.

Para Fujioka et al. (2006), treinamentos auditivos otimizam os circuitos neurais por meio do aumento do número de neurônios envolvidos, da mudança no tempo de sincronia neural, e do aumento no número de conexões sinápticas. Estas mudanças ocorridas após o TA são fundamentadas na plasticidade do sistema nervoso central (Musiek et al., 2002; Bellis, 2007; Musiek et al., 2007).

Alguns autores citam a utilidade dos PEA no monitoramento das mudanças no SNAC ocorridas após o TA (Musiek et al., 2002; Tremblay e Kraus, 2002; Musiek et al., 2007).

Dentre os poucos estudos que associam o TA com os PEA de longa latência está o de Tremblay e Kraus (2002), que estudaram o complexo N1-P2 em indivíduos antes e após TA, e concluíram que as mudanças ocorridas na latência e na amplitude após o TA foram significantes.

Assim sendo, surgiu o interesse em estudar o PEA de longa latência P300 em indivíduos com TPA(C), e relacioná-lo ao TA. As hipóteses desse estudo são as de que haja diferenças no P300 de indivíduos com TPA(C), quando comparados a indivíduos sem TPA(C), e que, após o TA, haja aumento da amplitude e/ou diminuição da latência do P300 nos indivíduos com TPA(C).

## **OBJETIVOS**

---

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Geral**

Verificar a eficácia do TA em crianças com TPA(c), caracterizando o P300, além de verificar a evolução dos achados deste potencial frente ao TA.

### **2.2. Específicos**

- Comparar os resultados da 1ª avaliação comportamental e eletrofisiológica (P300) obtidos nas crianças com TPA(C) (Grupo Estudo) aos resultados obtidos nas crianças sem TPA(C) (Grupo Controle).

- Comparar os resultados obtidos entre a 1ª e a 2ª avaliação comportamental e eletrofisiológica do Grupo Estudo, e entre a 1ª e a 2ª avaliação eletrofisiológica do Grupo Controle.

- Comparar os resultados obtidos na 2ª avaliação eletrofisiológica entre as crianças do Grupo Estudo e do Grupo Controle.

- Comparar os resultados obtidos na 2ª avaliação comportamental do Grupo Estudo aos obtidos na avaliação comportamental realizada com o Grupo Controle.

***REVISÃO DA LITERATURA***

---

### **3. REVISÃO DA LITERATURA**

Na revisão da literatura, será descrito um histórico por temas abordados neste estudo. Serão apresentados, em ordem cronológica, os trabalhos que serviram de base para a fundamentação teórica deste trabalho.

Para tanto, este capítulo foi dividido em dois temas:

- Plasticidade neural e treinamento auditivo;
- Potenciais Evocados Auditivos relacionados a medidas comportamentais e à plasticidade neural.

#### **3.1. Plasticidade neural e treinamento auditivo**

Bamford (1981) afirmou que o TA proporciona uma reorganização nos recursos cognitivos da audição residual, otimizando os processos de codificação e decodificação do aprendizado auditivo, não sendo capaz de melhorar a sensibilidade auditiva periférica.

Scheich (1991) descreveu três tipos de plasticidade neural: plasticidade de desenvolvimento, plasticidade compensatória e plasticidade relacionada ao aprendizado. A plasticidade neural de desenvolvimento resulta da maturação do sistema nervoso central, conforme mais conexões neurais são estabelecidas, e conforme haja aumento na mielinização dos neurônios. A plasticidade neural compensatória ocorre após dano no sistema nervoso central, de forma que outras áreas cerebrais passam a assumir funções de áreas danificadas. A

---

plasticidade neural relacionada ao aprendizado está associada a mudanças no sistema nervoso central que ocorrem após aprendizado.

Allum-Mecklenburg e Babighian (1996) descreveram a plasticidade neural induzida por aprendizado como um processo em que o indivíduo adquire informações do seu ambiente em um processo contínuo, havendo formações de novas sinapses resultantes de novas experiências, ou seja, novas sinapses são formadas devido à influência ambiental.

Beck et al. (1996) realizaram um estudo com 80 crianças de 07 a 10 anos de idade com o objetivo de comparar o desempenho comportamental em atividades que envolviam audição e linguagem, antes e após treinamento TA. Das 80 crianças avaliadas, 21 foram diagnosticadas com TPA(C) e foram submetidas a um programa de TA durante nove semanas. As estratégias utilizadas no TA abordaram as habilidades de memória tardia e imediata, treinamento de tônus e mobilidade dos órgãos fonoarticulatórios, orientação têmporo-espacial, voz, ritmo, seqüencialização, leitura e escrita, e compreensão de fala no ruído. Após o TA, 15 das 21 crianças apresentaram resultados dentro da normalidade nas avaliações de orientação têmporo-espacial, na prova rítmica e nas provas de memória em seqüência para sons verbais e não verbais e de localização da fonte sonora. As autoras concluíram que o treinamento realizado no estudo foi efetivo para crianças com TPA(C), e ressaltaram a importância dessa intervenção em indivíduos com TPA(C).

Musiek e Schochat (1998) realizaram um estudo de caso com o objetivo de verificar a efetividade de um programa de TA em um indivíduo de 15 anos de



---

idade. A criança inicialmente foi submetida à avaliação de linguagem e a uma bateria de testes com a finalidade de avaliar o processamento auditivo (central), incluindo os testes dicótico de dígitos, padrão de duração e de frequência e o teste de fala comprimida com reverberação. A criança foi submetida a um programa de 18 sessões de TA, no qual foram utilizadas tarefas de treinamento em frequência e em intensidade, treinamento temporal e dicótico, localização e percepção de fala. Após o TA, a criança apresentou aumento na pontuação de todos os testes da avaliação do processamento auditivo (central), quando comparada à avaliação realizada antes do TA. O sujeito também apresentou melhora em testes de linguagem e, por meio de um questionário respondido pela mãe, pôde-se constatar melhora em atividades comunicativas e na performance acadêmica.

As hipóteses de um estudo realizado por Tremblay et al. (1998) foram as de que o TA em humanos está associado a mudanças neurofisiológicas no SNAC, e que tais mudanças podem preceder alterações comportamentais. Os autores treinaram a discriminação auditiva (percepção de contraste entre dois estímulos) em 10 adultos com idades entre 21 e 31 anos e concluíram que o TA alterou a atividade neural após um curto espaço de tempo, observando mudanças neurofisiológicas logo após o primeiro dia de treinamento.

King (1999) afirmou que diversos estudos anteriores demonstraram que o TA melhora a discriminação auditiva, estando esta melhora relacionada à expansão da representação cortical dos estímulos utilizados durante o treinamento.

---

O objetivo de um estudo de Gil et al. (2000) consistiu em comparar o desempenho de indivíduos, submetidos ou não a TA, em avaliação da percepção musical. Participaram do estudo 20 indivíduos de 17 a 30 anos de idade, dos quais 10 foram submetidos a TA e 10 não foram submetidos a qualquer programa de intervenção. As autoras concluíram que o TA influenciou o desempenho dos indivíduos na avaliação da percepção musical, sendo superior quando comparado ao desempenho dos indivíduos que não foram submetidos ao programa de intervenção.

Graffman (2000) definiu plasticidade neural como as modificações que ocorrem na atividade neural, decorrentes do treino de uma habilidade e/ou da exposição freqüente a um estímulo.

De acordo com Chermak e Musiek (2002), o TA deve ser utilizado para otimizar os processos auditivos em qualquer população que apresente alterações associadas a disfunções no SNAC, tais como afasia, distúrbios progressivos degenerativos, TPA(C) e dificuldades de aprendizagem. Os autores afirmaram que as tarefas propostas no TA devem ter um nível de dificuldade suficiente para manter a motivação do paciente (nível de sucesso versus erro de 70/30 %), e categorizaram o TA como formal e informal, sendo o formal conduzido pelo audiologista em um ambiente controlado (cabina acústica), e o informal realizado na casa ou na escola do paciente com o auxílio de outras pessoas (pais ou responsáveis e professores). Melhores resultados podem ser obtidos unindo-se o TA formal e o informal.

---

Musiek et al. (2002) afirmaram que a melhora em funções auditivas elevadas está relacionada à capacidade do sistema nervoso central de mudar, e que esta capacidade está diretamente relacionada à plasticidade neural, a qual foi definida como as alterações benéficas que ocorrem nas células nervosas devido a influências ambientais que podem ou não estar associadas a mudanças comportamentais. Foram citados dois mecanismos de reorganização cerebral, estando o primeiro relacionado a “neurônios reserva”, que têm a função de substituir neurônios danificados, e o segundo compreende a formação de novas conexões neurais.

Os autores definiram como de suma importância as diversas ferramentas disponíveis para medir os efeitos do TA, estando entre elas as medidas comportamentais e as eletrofisiológicas. Como conclusão, afirmaram que as pesquisas que relacionam o TA à plasticidade neural devem continuar e se intensificar, para que os programas de TA possam ser melhor selecionados e modificados.

Putter-Katz et al. (2002) afirmaram que a intervenção em indivíduos com TPA(C) otimiza as habilidades auditivas e melhora a compreensão da linguagem falada, sendo uma das formas de intervenção o “treinamento específico de habilidades auditivas”. Eles realizaram um estudo com 20 crianças com TPA(C), de 07 a 14 anos de idade, com o objetivo de verificar a eficácia da intervenção nessa população. Foi realizado um treinamento de 45 minutos semanais com grupos de cinco crianças durante quatro meses. Além do treinamento formal, também foram realizadas intervenções nas escolas e

---

orientações aos pais e professores das crianças. O tratamento foi focado em três objetivos: modificações ambientais, técnicas de remediação e estratégias compensatórias.

Após o período de intervenção, as funções auditivas das crianças (avaliadas por meio de testes comportamentais) melhoraram, e os pais e professores também relataram melhora em tarefas diárias. Os autores concluíram que a melhora observada após a intervenção foi generalizada da clínica para outros ambientes (casa e escola), e afirmaram que o uso de medidas eletrofisiológicas complementaria os resultados obtidos nesse estudo.

Schochat et al. (2002) realizaram um estudo com o objetivo de verificar a efetividade do TA após seis meses de sua realização. Participaram da pesquisa 20 indivíduos, de 08 a 24 anos de idade, diagnosticados com TPA(C). Logo após e seis meses após o término do treinamento, os indivíduos foram submetidos à reavaliação do processamento auditivo (central). A maioria dos indivíduos (85%) apresentou melhora na avaliação do processamento auditivo (central) e manteve essa melhora após seis meses, sendo que 10% não apresentaram melhora após o TA e mantiveram os resultados na avaliação do processamento auditivo (central), realizada após seis meses, e 5% melhoraram após o treinamento, mas não mantiveram essa melhora após os seis meses. As autoras concluíram que o TA foi eficaz nos indivíduos com TPA(C), e que os benefícios mantiveram-se na maioria dos casos estudados.

De acordo com Hayes et al. (2003), a plasticidade neural resultante do TA está relacionada a alterações benéficas nas conexões neurais e na

---

atividade em diversos níveis da via auditiva. Os autores afirmaram que mudanças em medidas cognitivas e neurofisiológicas podem ser observadas em indivíduos submetidos a programas de TA, mesmo após curtos períodos de estimulação.

O objetivo de um estudo de Kozlowski et al. (2004) foi apresentar a eficiência do TA em um indivíduo com TPA(C). As autoras afirmaram que as habilidades auditivas podem ser aprimoradas com o TA, e que esta melhora está diretamente relacionada com a capacidade de modificação do sistema nervoso central. O estudo foi realizado com uma criança do sexo masculino, com 09 anos de idade, diagnosticada com TPA(C). A criança foi submetida à terapia fonoaudiológica baseada em técnicas de TA formal e informal, as quais priorizaram o desenvolvimento e o treinamento de habilidades auditivas centrais. Após quatro meses de intervenção, a criança passou a apresentar melhora nas respostas comportamentais (avaliação do processamento auditivo (central)) e melhora perceptível na atenção, na memória, no desempenho escolar e em habilidades de leitura e escrita. As autoras afirmaram que essas melhoras observadas após o programa de intervenção estão intimamente relacionadas à plasticidade neural.

Weinberger (2004) afirmou que o córtex auditivo primário sofre mudanças em resposta a alguns estímulos sonoros que são importantes durante o aprendizado. Essas mudanças ocorridas no córtex (plasticidade neural) podem ser melhor compreendidas por meio de estudos que comparem

---

avaliações comportamentais e/ou dados eletrofisiológicos, antes e após períodos de aprendizado.

Musiek et al. (2007) afirmaram que as definições tradicionais de TA (que o associam à melhora em indivíduos com perda auditiva) são apropriadas apenas ao contexto de alterações auditivas periféricas, não dando ênfase à sua relação com a plasticidade do SNAC. Os autores definiram o TA como o conjunto de tarefas que são designadas para ativar o sistema auditivo e os sistemas associados, de maneira que sua base e o comportamento auditivo associado sejam alterados de forma positiva.

Os autores definiram oito princípios fundamentais ao TA: materiais e tarefas devem ser apropriados à idade e à linguagem do paciente; deve-se manter a motivação do paciente; deve-se variar as tarefas do treinamento; deve-se aumentar o nível de dificuldade das tarefas conforme o desempenho do paciente; deve-se balancear o índice de sucesso versus erro do treinamento; deve ser designado tempo suficiente ao TA; deve-se monitorar o desempenho e sempre fornecer *feed-back* ao paciente; as tarefas do treinamento devem ser realizadas em intensidade confortável ao paciente.

Finalmente, os autores definiram como plasticidade neural as alterações nas células nervosas, para melhor ajustarem-se a influências ambientais imediatas, sendo que essas mudanças estão frequentemente associadas a mudanças comportamentais.

Zalcman e Schochat (2007) realizaram um estudo com o objetivo de verificar a eficácia de um programa de TA em 30 crianças com TPA(C). As

---

autoras definiram o TA como um conjunto de estratégias utilizadas para desenvolver, ou reabilitar, as habilidades auditivas que são necessárias para a compreensão da fala, sendo que o sucesso do TA é baseado na plasticidade neural.

Os 30 sujeitos que participaram da pesquisa (com idades entre 08 e 16 anos) foram submetidos a oito sessões de TA em cabina acústica (TA formal), além de terem sido fornecidas orientações aos pais e responsáveis (TA informal). Antes e após o TA, foi aplicada uma bateria de testes para avaliar o processamento auditivo (central). As autoras verificaram que, após o TA, a média de acertos, em todos os testes utilizados na avaliação, apresentou diferença estatisticamente significativa, quando comparada à média de acertos da avaliação realizada antes do TA, havendo melhora após o treinamento. As autoras afirmaram que a influência ambiental, mais especificamente o TA, foi capaz de estimular as estruturas neurais relacionadas ao desempenho das habilidades auditivas treinadas, e concluíram que o programa de TA foi eficaz na reabilitação das habilidades auditivas, inicialmente alteradas nas crianças com TPA(C).

### **3.2. Potenciais Evocados Auditivos relacionados a medidas comportamentais e à plasticidade neural**

Sutton et al. publicaram um estudo sobre PEA de longa latência em humanos, em 1965. Os autores analisaram potenciais evocados eliciados por um par de estímulos apresentados de forma aleatória, sendo um dos estímulos

---

auditivo (clicks) e outro visual (flashes rápidos de luzes). Os oito sujeitos que participaram da pesquisa foram instruídos a prestar atenção no estímulo com menor índice de ocorrência, que poderia ser o click ou o flash de luz. O potencial evocado obtido por meio dessa tarefa era composto por uma onda correspondente ao estímulo freqüente e uma segunda onda correspondente ao estímulo alvo. As maiores diferenças encontradas entre as duas ondas foram mais pronunciadas nos componentes tardios, principalmente a diferença da amplitude de uma deflexão positiva, com latência aproximada de 300 milissegundos, a qual mostrou-se significativamente maior na onda correspondente ao estímulo alvo. A partir dos dados encontrados no estudo, os autores afirmaram que as ondas dos potenciais evocados em humanos poderiam refletir um tipo de influência exógena, a qual encontra-se relacionada aos caracteres do estímulo apresentado e um tipo de influência endógena relacionada à reação e/ou à atitude do sujeito frente ao estímulo.

Squires et al. (1975) realizaram um estudo com o objetivo de comparar os PEA de longa latência gerados por meio de estímulos auditivos, os quais se diferenciavam quanto à intensidade e quanto à freqüência, aos gerados em situação atencional e não atencional. Participaram do estudo 12 adultos jovens, os quais, durante a gravação dos PEA, deveriam contar os estímulos auditivos alvo e, em outra situação, ler um livro enquanto ouviam os mesmos estímulos auditivos. Os autores constataram que, na situação não atencional, os PEA geraram uma onda precoce (chamada de P3a) com latência entre 220 e 280 ms e, na situação atencional, foram eliciadas ondas mais tardias, as quais, quando



unidas em um pico, foram consideradas P300 e, quando separadas em dois picos, foram denominadas P3b e *Slow Wave* (SW). Não foram encontradas diferenças significantes entre os potenciais gerados com estímulos que se diferenciavam pela frequência e os potenciais gerados com estímulos que se diferenciavam pela intensidade. Por meio dos dados obtidos, os autores sugeriram que os PEA evocados em tarefas que não exigem atenção do indivíduo estimulam porções cerebrais mais anteriores do que os PEA gerados por meio de tarefas que requerem atenção.

Em 1976, Schwent et al. realizaram um estudo cujo objetivo foi examinar, em tarefas de atenção seletiva, os efeitos da variação de velocidade de apresentação de tons nas medidas eletrofisiológicas. Os resultados mostraram que a variação da velocidade de apresentação dos estímulos só influenciou a amplitude da onda N1, sendo maior sua amplitude nas menores velocidades. Não houve influência da velocidade de apresentação do estímulo na amplitude e/ou na latência do P300. Os autores afirmaram que as ondas N1 e P300 estão relacionadas a processos de atenção seletiva distintos. Os processos de atenção seletiva, relacionados ao P300, apresentaram alta taxa de detecção dos estímulos alvo, em todas as velocidades de apresentação do referido estudo, enquanto os processos de atenção seletiva, relacionados ao N1, apresentaram melhor detecção em tarefas de discriminação apresentadas em baixa velocidade.

Goodin et al. (1978) estudaram os efeitos da idade sobre os PEA de longa latência. Os autores mediram a latência das ondas N1 e P2 no traçado

---

correspondente ao estímulo freqüente, e das ondas N2 e P300 no traçado resultante da diferença entre raro e freqüente. Na análise dos resultados, os sujeitos foram divididos em dois grupos: crianças (de 06 a 15 anos de idade) e adultos (de 16 a 76 anos de idade). O grupo de crianças apresentou valores de latência significativamente maiores do que o grupo de adultos. Dos sujeitos da pesquisa, os indivíduos mais jovens e os mais velhos apresentaram os maiores valores de latência, enquanto os jovens adultos apresentaram os menores valores de latência.

Goodin e Aminoff (1984) compararam os PEA de longa latência com o tempo de reação ao estímulo alvo. O tempo de reação foi medido por meio de eletromiografia. Os resultados mostraram que a resposta motora ao estímulo alvo ocorre, na grande maioria das vezes, anteriormente à resposta eletrofisiológica correspondente às ondas N1 e P300. Os autores associaram isso à facilidade de discriminação da tarefa proposta nesse estudo, sendo que os resultados poderiam ser diferentes se a tarefa de discriminação fosse mais complexa. Goodin e Aminoff (1984) concluíram que os PEA de longa latência não têm relação com a iniciação da resposta motora, e que supostamente refletem eventos subseqüentes do processamento neural dos sons alvo.

Finley et al. (1985) investigaram a latência do P300 em crianças com distúrbios cognitivos. Os autores afirmaram que a latência do P300 pode ser utilizada para diferenciar alterações funcionais de orgânicas. Todos os sujeitos da pesquisa (282 crianças) realizaram avaliação cognitiva, teste de inteligência

---

e avaliação neurológica, e os PEA foram gravados com os eletrodos posicionados em posição frontal, central ou parietal.

Os autores encontraram atraso na latência do P300 em 85% das crianças que falharam nos testes neurológico e cognitivo, sendo essa relação mais significativa na gravação dos PEA com o eletrodo em posição parietal. Todas as crianças que obtiveram resultados normais nos testes comportamentais apresentaram latência do P300 dentro da normalidade, e as crianças que falharam nos testes neurológico e cognitivo, mas apresentaram P300 com latência dentro da normalidade (15% das crianças), obtiveram melhores pontuações, em ambos os testes comportamentais, do que as crianças que apresentaram atraso na latência do P300. Por meio dos resultados obtidos, os autores concluíram que o P300 mostrou-se uma ferramenta útil na detecção de distúrbios neuro-cognitivos, não havendo qualquer indício de que o P300 possa ser um falso indicador dessas alterações.

Howard e Polich (1985) utilizaram a medida da latência do P300 para estudar o desenvolvimento da memória de curto prazo em crianças de 05 a 14 anos de idade e em adultos de 20 a 40 anos de idade. Os autores associaram a medida da latência do P300 ao desempenho dos indivíduos em um teste comportamental de memória rápida para dígitos. Os resultados mostraram uma correlação significativa entre a pontuação no teste comportamental de memória de dígitos e a medida da latência do P300 apenas no grupo de crianças, as quais apresentaram latências reduzidas, quando o desempenho na avaliação da memória havia sido satisfatório. Os autores afirmaram que a melhora da

---

memória de curto prazo é causada pelo aumento da capacidade de processar estímulos auditivos, o qual ocorre ao longo do desenvolvimento. Desta forma, a medida da latência do P300 pode ser um indicativo das mudanças maturacionais que ocorrem no desenvolvimento da capacidade de processar estímulos auditivos.

O estudo realizado por Jirsa e Clontz, em 1990, teve como objetivo conhecer se crianças com TPA(C), diagnosticadas por meio de testes comportamentais, apresentavam diferenças no PEA de longa latência, quando comparadas a crianças com desenvolvimento típico. Os autores justificaram a importância desse estudo na subjetividade dos testes comportamentais utilizados no diagnóstico do TPA(C). Participaram do estudo crianças diagnosticadas com TPA(C) e crianças com desenvolvimento típico, com idades entre 09 e 11 anos. Os sujeitos realizaram uma bateria de testes comportamentais e eletrofisiológicos, sendo gravado o PEATE antes do PEA de longa latência, para garantir integridade de tronco encefálico. A gravação do PEA de longa latência foi realizada utilizando-se 300 estímulos auditivos apresentados em pares ordenados de forma aleatória, os quais se diferenciavam pela frequência (1000 e 2000 Hz). Os sujeitos deveriam contar mentalmente o número de estímulos alvo. Os autores mediram a latência e a amplitude das ondas N1, P2 e P300, e, na comparação entre os grupos de sujeitos, verificaram que grande parte das crianças com TPA(C) apresentaram atraso na latência de todas as ondas, e que a amplitude do P300 de metade

dos sujeitos do grupo estudo foi significativamente menor do que a amplitude no grupo controle.

Os autores afirmaram que a amplitude do P300, reduzida no grupo estudo, está, muito provavelmente, relacionada à deficiência na atenção, e a maior latência do P300, no mesmo grupo de sujeitos, estaria relacionada a dificuldades no processamento da informação auditiva e na discriminação auditiva. Os autores concluíram que as medidas eletrofisiológicas podem ser úteis na avaliação de indivíduos com TPA(C).

Jirsa (1992) realizou um estudo com 40 crianças de 09 a 12 anos de idade, dentre as quais 20 foram diagnosticadas com TPA(C) (grupo estudo) e 20 não apresentavam TPA(C) (grupo controle). Metade das crianças do grupo estudo foram submetidas a um programa de TA (14 sessões, duas vezes por semana), e a outra metade não recebeu qualquer tipo de intervenção. Todos os sujeitos foram submetidos à avaliação comportamental (para confirmar ou não o diagnóstico de TPA(C)) e à avaliação eletrofisiológica (gravação do P300), antes e depois do período de TA.

As crianças do grupo estudo que haviam sido submetidas ao TA apresentaram diminuição da latência e um significativo aumento da amplitude do P300 após o TA, além de melhora nos resultados comportamentais após as 14 semanas de treino. Os sujeitos do grupo estudo que não foram submetidos ao TA e os sujeitos do grupo controle não apresentaram mudanças na amplitude ou na latência do P300 após o período de 14 semanas. Os resultados

---

demonstraram que o P300 pode ser útil no monitoramento da intervenção terapêutica em indivíduos com TPA(C).

Gilbert (1996) afirmou que as diversas formas de aprendizagem existentes – tais como associações de condicionamento e aprendizagens implícitas, resultantes de repetidas exposições a um estímulo auditivo – podem modificar o processamento sensorial cortical. As modificações ocorridas no SNAC podem ser observadas por meio dos PEA.

Tremblay et al. (1997) afirmaram que mudanças no processamento auditivo (central) de sinais acústicos complexos são refletidas em mudanças nos PEA de longa latência (*Mismatch Negativity* - MMN). Os autores realizaram um estudo com o intuito de saber se o treino comportamental auditivo modifica a representação neurofisiológica da fala, e se esta modificação é limitada ao tipo de estímulo utilizado no treino. Participaram da pesquisa 18 sujeitos de 18 a 28 anos de idade, os quais foram divididos em grupo controle (não foram submetidos ao treinamento) e grupo estudo (foram submetidos a um treinamento). O treino comportamental auditivo empregado no estudo consistiu na discriminação de estímulos verbais (*Voice Onset Time* – VOT) e foi realizado em quatro dias. Os sujeitos do grupo estudo foram submetidos à avaliação eletrofisiológica (gravação do MMN) antes e após o treinamento.

Na análise dos resultados comportamentais, verificou-se que o treinamento alterou a percepção do estímulo alvo (VOT) e melhorou a percepção de outros estímulos (que não foram utilizados no treinamento). Na comparação dos dados eletrofisiológicos, constatou-se melhora do MMN, após

o treinamento, no grupo estudo, e essa melhora foi maior quando os eletrodos foram posicionados no hemisfério esquerdo. Tais resultados sugerem que o TA induziu mudanças neurofisiológicas na região cortical e subcortical (áreas que são avaliadas pelo MMN). A maior mudança no hemisfério esquerdo sugere que possa haver lateralização para os aspectos pré-atencionais do processamento da fala.

Em uma revisão da literatura, Polich (1998) definiu a amplitude do P300 como a atividade cerebral requerida na manutenção da memória de trabalho, e a latência como a medida da velocidade de classificação do estímulo, sendo o P300 uma ferramenta útil no diagnóstico e no prognóstico de diversas patologias que acometem o SNAC e que afetam as operações cognitivas destinadas à atenção e à memória imediata. A amplitude do P300 pode ser influenciada pelos padrões dos estímulos apresentados, sendo maior quando os estímulos alvo são menos prováveis. O autor apontou para diversas variáveis que podem influenciar os resultados de estudos com P300, e dentre elas, o número de estímulos utilizados na gravação do PEA (o mais indicado são dois estímulos auditivos apresentados em paradigma *Oddball*), a probabilidade dos estímulos apresentados (o ideal é 20% de estímulos alvo), o tipo de resposta à tarefa proposta no teste, e o nível de dificuldade da tarefa.

Kilpeläinen et al. (1999) estudaram os processos cognitivos envolvidos nas variações dinâmicas do P300, as quais podem trazer informações importantes sobre o desenvolvimento cognitivo e sobre os sistemas neurais. Os autores aplicaram um questionário nas 70 crianças participantes do estudo e

---

dividiram-nas em dois grupos: crianças mais distraídas e crianças menos distraídas. Em todos os sujeitos, foi gravado o PEA de longa latência por meio de estímulos auditivos apresentados em pares (estímulo freqüente e estímulo alvo) de forma aleatória. Os PEA foram gravados com diferentes porcentagens de estímulos alvo. Os resultados mostraram que, em crianças mais distraídas, a latência do P300 é significativamente menor quando o número de estímulos alvo é reduzido e, em crianças menos distraídas, a latência do P300 é maior quando o número de estímulos alvo é reduzido. A redução da latência, que acompanha a diminuição do número de estímulos alvo nas crianças mais distraídas, pode estar relacionada a uma melhor representação do estímulo alvo, quando este ocorre em menor proporção. Não foram encontradas diferenças significantes entre as medidas de amplitude do P300 nos dois grupos de sujeitos.

Aquino et al. (2000) estudaram as medidas de P300 e o processamento auditivo (central) em 14 crianças, dentre elas 11 normais e 03 com diagnóstico de dificuldade de aprendizagem. Na avaliação comportamental, foi observada alteração de processamento auditivo (central) em dois dos três sujeitos com diagnóstico de dificuldade de aprendizagem. Com relação às medidas eletrofisiológicas, os autores encontraram diferenças significantes na latência do P300 entre o grupo controle e o grupo com dificuldade de aprendizagem (maior latência nos indivíduos com dificuldade de aprendizagem). Os autores concluíram que a associação dos métodos de investigação, comportamental e eletrofisiológica, permitiu um diagnóstico mais preciso dos distúrbios de



---

memória de curto prazo e de atenção, presentes nas três crianças com dificuldade de aprendizagem.

Menning et al. (2000) realizaram um estudo cujo objetivo foi determinar as mudanças ocorridas nos PEA de longa latência após TA. Participaram da pesquisa 10 sujeitos normais com idades entre 20 e 32 anos, os quais foram submetidos a um treino auditivo de 15 sessões. O treino consistiu em tarefas de discriminação entre sons freqüentes e sons alvo, os quais se diferenciavam pela freqüência. Antes e após o período de treino auditivo, os sujeitos foram submetidos à avaliação comportamental (para determinar a performance em tarefas de discriminação auditiva), a qual mostrou valores significativamente melhores após o treinamento. Os PEA de longa latência foram gravados antes e após o TA, e foram medidas as latências e as amplitudes do MMN e do N1. Os estímulos apresentados durante a gravação dos PEA de longa latência eram sons alvo e sons freqüentes, os quais se diferenciavam pela freqüência, e os sujeitos deveriam assistir a um vídeo enquanto eram avaliados. As medidas do MMN correspondentes aos sons alvo melhoraram após o TA (aumentou a amplitude e diminuiu a latência), e resultados similares foram encontrados na análise do N1. Os autores concluíram que as mudanças ocorridas nos PEA de longa latência após o TA podem corresponder a um aumento da área de representação das freqüências treinadas nas 15 sessões, e que também podem estar relacionadas a uma melhora na sincronização dos neurônios ativados ou do nível de ativação desses neurônios.

---

Os objetivos de um estudo realizado por Tremblay et al. (2001) foram determinar se, após treino de percepção de fala, houve alteração na atividade neural, e se essas mudanças induziram a mudanças nos PEA de longa latência. Na pesquisa, 10 sujeitos normais com idades entre 21 e 31 anos foram submetidos a um treinamento de 10 dias, o qual visava à melhora na percepção de determinados estímulos de fala. Os PEA de longa latência foram aplicados antes do início e após o término do treinamento, e foram medidas as latências e amplitudes das ondas P1, N1 e P2. A percepção aos estímulos de fala também foi avaliada antes e depois do treinamento, havendo melhora significativa dessa percepção após o período de treino.

Na análise dos resultados eletrofisiológicos, foi constatado aumento significativo da amplitude de todas as ondas após o treinamento, mas não houve diferenças nas medidas da latência pré e pós treinamento. O aumento da amplitude das ondas, associado à melhora do desempenho em tarefas de percepção após o treinamento, sugere que houve reorganização do substrato neural com o treino, o que ocasionou a melhora dos aspectos comportamentais e da amplitude dos PEA. Os autores afirmaram que as ondas P1, N1 e P2 estão associadas a processos pré-atencionais, não sendo afetadas por processos atencionais, tais como cognição, memória e motivação, sendo importante o conhecimento das mudanças atencionais, as quais, muito provavelmente, também ocorrem após TA.

Em uma revisão de literatura, publicada em 2002, Jirsa afirmou que os PEA podem ser utilizados para avaliar todas as áreas do SNAC envolvidas no

---

TPA(C) sem haver influência de variáveis externas. Os PEA auxiliam na determinação da extensão do envolvimento dos diversos processos auditivos em casos puros de TPA(C) e em casos de co-morbidades. Os PEA mais indicados para estudos associados ao TPA(C) são os de média e de longa latência. O autor também relatou a utilidade das medidas de média e de longa latência nos programas de tratamento dos TPA(C), levando em consideração que mudanças neurológicas (que podem ser monitoradas com os PEA) precedem mudanças comportamentais (que são acessadas por meio de avaliações comportamentais). Estudos anteriores evidenciaram mudanças nas respostas neurofisiológicas de longa latência (MMN) após programas de TA, havendo melhora na duração e na magnitude do MMN após o treinamento. Outros estudos citados, que associam o P300 aos programas de TA, evidenciaram mudança na amplitude e na latência desse potencial após o período de treinamento. O autor afirmou que o uso conjunto do MMN e do P300 seria ideal para avaliar o TPA(C) e para monitorar as mudanças ocorridas após os períodos de TA, já que o MMN reflete a atividade de níveis pré-atencionais do processamento auditivo (central), e o P300 reflete a atividade de altos níveis cognitivos do processamento auditivo (central). Combinados, esses potenciais podem trazer informações importantes no diagnóstico e na escolha do programa de tratamento do TPA(C), assim como no monitoramento da evolução de pacientes antes, durante e depois da intervenção.

Junqueira e Frizzo (2002) relataram que o potencial de longa latência P300 tem se mostrado mais sensível, porém menos específico, do que a

---

avaliação comportamental do processamento auditivo (central). Os autores recomendaram o uso combinado de ambos os métodos para um melhor entendimento do TPA(C).

Tremblay e Kraus (2002) afirmaram que o TA induz mudanças no SNAC, que podem ser monitoradas pelos PEA de longa latência. Essas mudanças são causadas pela capacidade do SNAC de se re-estruturar (plasticidade neural). Os autores realizaram um estudo, no qual foram investigados os PEA de longa latência (complexo N1-P2) em sete pessoas normais, na faixa etária de 21 a 30 anos de idade. Os sujeitos foram submetidos a um treinamento de quatro dias, no qual foi estimulada a percepção de determinados estímulos verbais. Constatou-se que, após o treinamento, as amplitudes das ondas N1 e P2 aumentaram, e a amplitude da onda P1 diminuiu. O aumento da amplitude de P2 ocorreu em ambos os lados avaliados (direito e esquerdo), enquanto o aumento da amplitude de N1 e a diminuição da amplitude de P1 só foram significantes no hemisfério direito. Esses dados sugerem que os estímulos utilizados no treinamento (detecção de VOT) foram processados pelo SNAC como estímulos acústicos não lingüísticos.

Os resultados encontrados sugerem que os mecanismos de correspondência neural refletem diferentes processos durante o aprendizado auditivo, o que pode ser explicado pelas diferentes formas que as ondas P1, N1 e P2 foram afetadas após o treinamento. Os autores concluíram que as mudanças induzidas na atividade neural pelo TA podem ser medidas pelos PEA de longa latência, o que reforça a utilidade da combinação entre os PEA e

---

medidas comportamentais no estudo do comportamento cerebral relacionado ao aprendizado auditivo.

Cone-Wesson e Wunderlich (2003) enumeraram os benefícios e as utilidades dos PEA de longa latência, podendo ser utilizados para avaliar a maturação do SNAC, para indicar os benefícios do implante coclear, para indicar as mudanças ocorridas no SNAC associadas à plasticidade neural, e para medir os efeitos do TA. Os autores afirmaram que os PEA de longa latência, principalmente o P300, têm sido usados para identificar habilidades de discriminação entre grupos de normo-ouvintes e em indivíduos com algum tipo de dificuldade auditiva, mas a sensibilidade e a especificidade desses testes ainda não estão estabelecidas.

Fujioka et al. (2006) afirmaram que o treino acústico otimiza os circuitos neurais por meio da mudança no tempo de sincronização e no número de conexões sinápticas, ressaltando que o treino acústico causa um forte impacto no sistema auditivo. Pesquisas anteriores revelaram que experiências de aprendizado intensivo (como o treino acústico) são acompanhadas por mudanças na função e/ou na anatomia cerebral. Os autores realizaram um estudo, no qual aplicaram treino musical em crianças pequenas (de 04 a 06 anos de idade), e analisaram os PEA de longa latência antes e depois do treinamento dessas crianças, e os compararam com os PEA de outras crianças (da mesma faixa etária), as quais não haviam sido submetidas ao treinamento. Os PEA foram gravados utilizando-se pares de estímulos (musical e *tone-burst*). Os resultados mostraram que as crianças que haviam sido submetidas ao

---

treinamento apresentaram aumento da amplitude do P1, do N450 e do N250, após o treinamento. As melhoras das amplitudes das ondas analisadas foram acompanhadas de melhoras em avaliações comportamentais (avaliação musical), o que sugere uma melhora nos circuitos neurais, acompanhada de melhora comportamental após o treinamento.

Gil (2006) verificou os efeitos de um programa de TA formal em 14 indivíduos adultos, portadores de deficiência auditiva neurossensorial de grau leve a moderado, usuários de próteses auditivas intra-aurais. A autora utilizou testes comportamentais para avaliar a função auditiva central, um questionário de auto-avaliação, e o PEA de longa latência (P300). Os 14 adultos foram divididos em dois grupos de sujeitos, ambos com sete indivíduos: grupo submetido ao TA e grupo não submetido ao TA. O TA foi realizado em cabina acústica, e consistiu em oito sessões de 45 minutos cada, visando o treinamento das habilidades de fechamento auditivo, figura-fundo para sons verbais e não-verbais, e ordenação temporal. Para se verificar a eficácia do TA, todos os sujeitos foram submetidos à avaliação comportamental do processamento auditivo (central) e eletrofisiológica, e foram solicitados a responder um questionário de auto-avaliação em duas oportunidades: antes e após o TA no grupo experimental, e na avaliação inicial e final no grupo controle. Na análise dos resultados, não foram encontradas diferenças significantes nas medidas de latência e de amplitude e nos testes comportamentais do processamento auditivo (central) realizados entre os dois grupos de sujeitos na avaliação inicial. Na avaliação final, verificou-se que o

---

grupo experimental apresentou menor latência do P300 e melhor desempenho em todos os testes comportamentais, quando comparada à avaliação inicial, e quando comparado ao grupo controle. No questionário de auto-avaliação, o grupo experimental apresentou maiores benefícios nas situações de ruído do que o grupo controle. A autora concluiu que o TA formal, em adultos usuários de próteses auditivas, possibilita a redução na latência do P300; a adequação das habilidades auditivas de memória para sons verbais e não-verbais em seqüência, fechamento auditivo e figura-fundo para sons verbais; e que apresenta maior benefício com o uso de próteses auditivas em ambientes ruidosos e reverberantes.

Tremblay discutiu, em 2007, como os métodos eletrofisiológicos têm sido usados para estudar as modificações fisiológicas que ocorrem com o treino auditivo. A autora afirmou que plasticidade neural é um termo usado para descrever uma variedade de mudanças fisiológicas no SNAC em resposta a experiências sensoriais. As mudanças fisiológicas que ocorrem após TA são devidas a um maior número de neurônios respondendo à informação sensorial, a uma melhora da sincronia neural, ou da coerência temporal, e a uma diferenciação e reorganização da especificidade das células nervosas. As medidas eletrofisiológicas, principalmente os PEA de longa latência, são sensíveis às mudanças fisiológicas que ocorrem com o TA, e podem ajudar a quantificar as mudanças ocorridas no SNAC após o treino, as quais, de acordo com a autora, precedem as mudanças comportamentais. A autora afirmou que os diversos estudos já publicados, com humanos ou animais, indicam que o TA

altera a atividade neural, mas ainda não se sabe muito de que forma essas alterações ocorrem, sendo necessários mais estudos na área.

Zalcman (2007) realizou um estudo com o objetivo de comparar os PEA de longa latência de crianças com TPA(C), submetidas a TA, com os PEA de crianças sem TPA(C). Participaram do estudo 30 crianças pertencentes ao grupo estudo (com TPA(C)) e 15 crianças pertencentes ao grupo controle (sem TPA(C)). Inicialmente, os sujeitos realizaram avaliação comportamental do processamento auditivo (central) e, posteriormente, foram submetidos à gravação do PEATE (para garantir integridade de via auditiva até tronco encefálico) e do PEA de longa latência (complexo N1-P2-N2). Os sujeitos do grupo estudo foram submetidos a TA, em cabine acústica, com duração de oito semanas (sessões semanais de 50 minutos) e, após o término do TA, foram submetidos a uma nova avaliação do processamento auditivo (central). Os sujeitos do grupo estudo realizaram, após o TA, uma segunda avaliação eletrofisiológica (gravação dos PEA de longa latência), e as crianças do grupo controle realizaram a segunda avaliação eletrofisiológica após o período de tempo equivalente ao TA.

Na análise dos dados, constatou-se diferença estatisticamente significativa no valor da latência da onda N1 e no valor da amplitude de P2-N1, entre os dois grupos de sujeitos, na primeira avaliação eletrofisiológica (a latência foi maior no grupo estudo do que no grupo controle, e a amplitude foi maior no grupo controle). Na comparação do grupo estudo pré e pós TA, a autora constatou diferença estatisticamente significativa na latência das ondas



---

P2 e N2 (a latência foi maior na primeira avaliação do que na segunda avaliação) e na amplitude de N1-P2 e P2-N2 (aumento da amplitude após o TA). Na comparação do grupo controle (avaliações eletrofisiológicas), não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre as médias da amplitude e da latência, entre a avaliação inicial e a avaliação final.

A análise dos resultados desse estudo comprovou que as alterações neurofisiológicas presentes em crianças com TPA(C) podem ser captadas pelos PEA de longa latência, e que o TA é capaz de melhorar as habilidades auditivas, sendo que essas modificações podem ser verificadas por meio do PEA de longa latência. A autora afirmou que os PEA de longa latência podem ajudar no diagnóstico do TPA(C), e que esses potenciais podem ajudar a direcionar e a monitorar a reabilitação auditiva.

Martin et al. (2008) citaram a utilidade do PEA de longa latência na verificação da maturação do SNAC, no diagnóstico de dificuldades de aprendizagem e no diagnóstico do TPA(C), além de afirmarem que os PEA de longa latência refletem as mudanças na atividade neural ocorridas após TA. Os autores afirmaram que o TA causa mudança na percepção de sinais acústicos da fala, o que ocasiona mudanças na representação temporal dos sons no SNAC. Por fim, os autores enfatizaram que futuros estudos com PEA são necessários para um melhor conhecimento dos benefícios do TA e para um melhor gerenciamento de programas de TA.

Schochat et al. (no prelo) afirmaram que há diversas evidências de que os PEA de média e de longa latência podem ser utilizados como ferramentas

---

não evasivas e objetivas para a investigação do processamento auditivo (central) e da plasticidade neural. Os autores realizaram um estudo cujo objetivo foi avaliar a diferença na amplitude, na latência e na morfologia dos PEA de média latência em crianças com TPA(C), antes e após serem submetidas a TA, comparando-as com um grupo controle. Participaram do estudo 30 sujeitos sem TPA(C) (grupo controle) e 30 sujeitos com TPA(C) (grupo estudo) com idades entre 08 e 14 anos. Todos os sujeitos realizaram uma avaliação comportamental do processamento auditivo (central) e foram submetidos à avaliação eletrofisiológica, com gravação do PEATE (para garantir integridade de via auditiva até tronco encefálico) e do PEA de média latência. Os sujeitos do grupo estudo foram submetidos a um programa de TA em cabina acústica, com duração de oito semanas (sessões semanais de 50 minutos), acompanhadas de orientações a respeito de atividades que deveriam ser realizadas em casa pelos responsáveis da criança. Os sujeitos do grupo estudo realizaram uma segunda avaliação dos PEA de média latência, após o término do TA, e os sujeitos do grupo controle também realizaram essa segunda avaliação, após oito semanas da primeira avaliação (período correspondente ao TA).

No grupo controle, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes na latência das ondas Na e Pa, nem na amplitude de Na/Pa entre a primeira e a segunda avaliação eletrofisiológica, em todas as posições de eletrodo. No grupo estudo, também não houve diferença estatisticamente significativa na latência das ondas da primeira e da segunda avaliação

eletrofisiológica. No entanto, foi encontrada diferença significativa na amplitude de Na/Pa quando o eletrodo foi posicionado em C3, em ambas as orelhas, quando comparadas a primeira e a segunda avaliação eletrofisiológica – houve aumento da média de amplitude após o TA. Na comparação entre os grupos de sujeitos, foi encontrada diferença estatisticamente significativa na amplitude de Na/Pa entre o grupo controle e o grupo estudo apenas na primeira avaliação eletrofisiológica (anterior ao TA), em todas as posições de eletrodo, exceto em C4 na orelha direita.

Nesse estudo, os PEA de média latência mostraram-se uma ferramenta objetiva sensível às alterações neurofisiológicas presentes em indivíduos com TPA(C) e ocorridas após TA.

## ***MÉTODOS***

---

## **4. MÉTODOS**

O presente estudo teve seu projeto analisado e aprovado 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 (FMUSP), sob o protocolo de pesquisa n° 707/06 (Anexo A).

O estudo foi realizado no Centro de Docência e Pesquisa do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Processamento Auditivo (Central).

As avaliações dos sujeitos desta pesquisa foram realizadas no setor de Audiologia do referido Centro, o qual possui uma sala com o equipamento para a realização dos testes eletrofisiológicos e duas salas com cabinas acústicas para a realização da avaliação comportamental.

### **4.1. Casuística**

Antes do início da coleta dos dados, foi realizada uma consulta estatística no Centro de Estatística Aplicada – CEA – USP, para o dimensionamento da amostra deste estudo. Foram consideradas algumas possibilidades de poder de testes e de níveis de significância para diferentes tamanhos amostrais, e, segundo o estudo, 30 indivíduos representariam um poder de 90% e um nível de significância de 0,05 (Quadro 1).

Quadro 1 - Tamanhos amostrais dos grupos

Poder dos testes	Níveis Descritivos	Número de crianças em cada grupo
0,70	0,20	11
	0,10	15
	0,05	19
	0,01	28
0,80	0,20	14
	0,10	19
	0,05	23
	0,01	33
<b>0,90</b>	0,20	20
	0,10	25
	<b>0,05</b>	<b>30</b>
	0,01	40
0,95	0,20	25
	0,10	30
	0,05	36
	0,01	47

Inicialmente, foram avaliados, neste estudo, 30 indivíduos com TPA(C) (Grupo Estudo) e 29 indivíduos sem TPA(C) (Grupo Controle). Dentre os sujeitos do Grupo Estudo, um não compareceu às três últimas sessões de TA, e foi excluído da amostra. Dessa forma, o Grupo Estudo foi composto por 29 crianças com TPA(C) e o Grupo Controle por 29 crianças sem TPA(C). Dentre os sujeitos do Grupo Estudo, 16 eram do sexo masculino e 13 do sexo feminino, e dentre os sujeitos do Grupo Controle, 13 eram do sexo masculino e 16 do sexo feminino.

As idades dos sujeitos de ambos os grupos variaram de 08 a 16 anos. A faixa etária dos sujeitos do estudo foi baseada na idade da população com maior incidência de queixas relacionadas ao processamento auditivo (central)

---

atendidas no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Processamento Auditivo (Central).

Os participantes foram todos voluntários provenientes do Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Processamento Auditivo (Central). Os indivíduos que foram submetidos à avaliação do processamento auditivo (central) no referido laboratório, e que apresentaram a avaliação dentro dos limites da normalidade, compuseram o Grupo Controle, e os indivíduos que apresentaram alteração em dois ou mais testes da avaliação do processamento auditivo (central) compuseram o Grupo Estudo. É importante ressaltar que a amostra de sujeitos foi selecionada de acordo com os resultados da avaliação comportamental.

Como a maioria dos sujeitos avaliados no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Processamento Auditivo (Central), no período da coleta de dados deste estudo, apresentou pelo menos dois testes de avaliação do processamento auditivo (central) alterados, foi necessária a convocação de outras crianças para comporem o Grupo Controle (em sua maioria integrantes da família ou conhecidos dos indivíduos do Grupo Estudo). Essas crianças foram submetidas à avaliação do processamento auditivo (central) e, após a confirmação da normalidade, foram submetidas à gravação dos testes eletrofisiológicos.

Todas as crianças e seus responsáveis tiveram acesso às informações sobre o estudo e sobre os procedimentos realizados por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) – Anexo B – e por meio das

informações transmitidas verbalmente pela pesquisadora. O TCLE foi entregue e assinado antes do início das avaliações.

#### **4.2. Critérios de seleção da amostra**

Os critérios de seleção utilizados na constituição dos Grupos Estudo e Controle serão descritos abaixo:

- Idades entre 08 e 16 anos;
- Audiometria tonal, Logaudiometria e Imitanciometria dentro dos limites de normalidade (padrão ANSI, 1969);
- Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) dentro da normalidade;
- Avaliação comportamental do processamento auditivo (central) dentro dos limites de normalidade para o Grupo Controle, e alteração em pelo menos dois testes na avaliação comportamental do processamento auditivo (central) para o Grupo Estudo.

Para o diagnóstico dos indivíduos com TPA(C), ou para a confirmação da normalidade (no caso do Grupo Controle), foram aplicados os testes comportamentais utilizados para o diagnóstico de TPA(C) no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Processamento Auditivo (Central).

Participaram do Grupo Estudo desta pesquisa quaisquer pacientes atendidos no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Processamento Auditivo (Central) dentro dos critérios de seleção citados anteriormente. Foram



excluídos apenas os sujeitos portadores de síndromes e alterações psíquicas ou mentais evidentes.

### 4.3. Material

Os materiais utilizados nesta pesquisa foram os seguintes:

- Otoscópio da marca Heine;
- Analisador de orelha média da marca Grason-Stadler, modelo GSI-33 (ANSI, 1987). O aparelho permite a realização da timpanometria e da pesquisa de reflexo acústico ipsi e contralateral. A intensidade para a avaliação do reflexo acústico contralateral varia de 60 a 120 dBNA para as freqüências de 500, 1000 e 2000 Hz, e de 60 a 115 dBNA para a freqüência de 4000 Hz;
- Cabina Acústica da marca Siemens (ANSI, 1991);
- Audiômetro da marca Grason-Stadler modelo GSI-61, cuja faixa de freqüência é de 125 a 12000 Hz, e que, por via aérea, o tom puro varia de 10 a 110 dBNA para as freqüências de 125 e 12000 Hz, de -10 a 115 dBNA para as freqüências de 250 e 8000 Hz, e de -10 a 120 dBNA para as freqüências de 500, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000 e 6000Hz. A calibração do aparelho está de acordo com os padrões ANSI S 3.6 (1989); ANSI S 3. 43 (1992); IEC 645-1, IEC 645-2 (1992). O fone utilizado foi do modelo TDH-50;
- Lista de vocábulos polissílabos para a realização do Limiar de Reconhecimento de Fala (LRF), e lista de monossílabos para a realização do Índice Perceptual de Reconhecimento de Fala (IPRF), propostas por Santos e Russo (1986);

- Compact Disk Player da marca Sony ou Panasonic com saída direta para o audiômetro;
- Compact Disk com a gravação dos testes para avaliar o processamento auditivo (central) (Pereira e Schochat, 1997);
- Equipamento para avaliação do P300 e do PEATE da marca Biologic, modelo Traveler Express (ANSI, 1996).

#### **4.4. Procedimentos**

Os pais e/ou responsáveis pelos participantes da pesquisa receberam primeiramente o TCLE e, após estarem cientes sobre o conteúdo do estudo e sobre os exames que seriam realizados, autorizaram a utilização dos dados na pesquisa.

Antes do início da avaliação audiológica, os responsáveis pelos sujeitos responderam a uma breve anamnese, a qual teve por objetivo o conhecimento dos dados pessoais e da existência de queixas otológicas recentes.

A visualização do meato acústico externo foi realizada com o intuito de se verificar possíveis impedimentos à realização do exame por presença de excesso de cerúmen. É importante ressaltar que, ao ser constatado excesso de cerúmen, o sujeito era encaminhado para avaliação médica, sendo também instruído a retornar após a conduta otorrinolaringológica.

Na avaliação audiológica, foram realizadas as medidas de timpanometria, verificação do reflexo acústico ipsi e contralateral nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, audiometria tonal nas frequências

---

de 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000 Hz, e audiometria vocal (LRF e IPRF).

Após a confirmação de normalidade na timpanometria e nos reflexos acústicos (curva timpanométrica tipo A e reflexos presentes), e de acuidade auditiva normal (limiares menores ou iguais a 25 dBNA), os sujeitos foram submetidos aos testes comportamentais (1<sup>a</sup> avaliação) para garantir a normalidade do processamento auditivo (central) (no caso do Grupo Controle), ou para diagnosticar o TPA(C) (no caso do Grupo Estudo).

A bateria dos testes comportamentais foi constituída de dois testes monóticos (estímulos distorcidos ou em competição ipsi-lateral) e de dois testes dicóticos (estímulos simultâneos, um em cada orelha) – Anexo C. Os testes foram escolhidos de acordo com a sugestão de Pereira e Schochat (1997) para indivíduos com idade a partir de oito anos.

Dentre os testes monóticos, foi utilizado o teste de Identificação de Sentenças com Mensagem Competitiva Ipsilateral - PSI (*Pediatric Speech Intelligibility*), adaptado ao português por Almeida et al. (1988). Neste teste, foram avaliadas as habilidades de figura-fundo para sons verbais e de atenção seletiva. O teste foi iniciado com a relação sinal/ruído de 0 dB e, após essa etapa, a relação sinal/ruído foi modificada para -10 ou -15 dB. Os sujeitos foram instruídos a localizar, dentre diversas figuras, a imagem que correspondesse à sentença ouvida enquanto uma mensagem competitiva era transmitida em intensidade igual a das sentenças (quando a relação sinal/ruído era de 0 dB), ou em intensidade maior, em 10 ou 15 dB, em relação àquela das sentenças

---

(quando a relação sinal/ruído era de -10 ou -15 dB). Esse procedimento foi realizado em ambas as orelhas.

O outro teste monótico realizado foi o de Fala com Ruído Branco, o qual foi utilizado para a avaliação da atenção seletiva e do fechamento auditivo (Pereira e Schochat, 1997). O teste é composto por uma lista de vocábulos monossílabos apresentados a 20 dB acima da intensidade do ruído branco (relação sinal/ruído de +20 dB). Os sujeitos foram instruídos a não prestar atenção ao ruído e a repetir as palavras do jeito que as entendesse. Esse procedimento foi realizado em ambas as orelhas.

Dentre os testes dicóticos, foi utilizado o Dicótico Não Verbal de Escuta Direcionada (Ortiz e Pereira, 1997), com o objetivo de se verificar a atenção seletiva por meio de tarefa de separação binaural. Neste teste, foram apresentados, simultaneamente, nas duas orelhas, diferentes sons ambientais na mesma intensidade. Na primeira etapa do teste, o indivíduo era instruído a apontar a figura correspondente ao som que ele julgasse ter escutado melhor (atenção livre). Na segunda etapa, o indivíduo era instruído a apontar apenas a figura correspondente ao som escutado na orelha direita e, na terceira etapa, apontar apenas a figura correspondente ao som escutado na orelha esquerda.

O outro teste dicótico utilizado foi o de Dissílabos Alternados - SSW (*Staggered Spondaic Word*), proposto por Katz et al. (1963) e adaptado ao português por Borges (1986). No teste, são apresentadas 40 seqüências de quatro palavras dissílabas paroxítonas, dentre as quais duas palavras são apresentadas em condição competitiva. Cada item é composto por palavras

---

apresentadas nas condições de orelha direita não competitiva (DNC), direita competitiva (DC), esquerda competitiva (EC) e esquerda não competitiva (ENC). Das 40 seqüências de dissílabos, 20 são apresentadas primeiramente na orelha direita (DNC-DC/EC-ENC), e 20 são apresentadas primeiramente na orelha esquerda (ENC-EC/DC-DNC). Os indivíduos foram instruídos a repetir as quatro palavras na mesma seqüência em que foram apresentadas.

Os dois testes monóticos foram realizados em uma intensidade de 40 dBNS, e os dois testes dicóticos em uma intensidade de 50 dBNS, com base no LRF de cada orelha dos sujeitos.

Após a realização dos testes comportamentais, foi realizado, em um ambiente silencioso, o teste eletrofisiológico com a gravação do PEATE e do P300.

O PEATE foi realizado para garantir a integridade do tronco encefálico e para evitar distorções, já que disfunções no sistema auditivo periférico, ou no tronco encefálico, podem contaminar os resultados obtidos no P300. Os indivíduos só foram submetidos à gravação do P300 quando confirmada a normalidade na morfologia das ondas e dos valores das latências absolutas, e também dos interpicos das ondas I, III e V do PEATE.

Os parâmetros utilizados para a aquisição do P300 foram os seguintes: estímulos acústicos monoaurais (*tone burst* com *plateau* de 20 ms e *rise/fall* de 05 ms) nas freqüências de 1000 e 1500 Hz, em intensidade de 75 dBNA; tempo de análise de 800 ms; filtro de um a 30 Hz; sensibilidade de 100  $\mu$ V. Foram utilizados 500 estímulos, dentre os quais 75% eram freqüentes (estímulos em

---

1000 Hz) e 25% eram raros (estímulos em 1500 Hz). Os estímulos raros e freqüentes foram apresentados de forma aleatória (paradigma *oddball*).

Os eletrodos foram posicionados no vertex (Cz) e em cada um dos lados da orelha (A1 para a orelha esquerda e A2 para a orelha direita), estando o eletrodo “terra” na orelha contralateral à avaliada. As orelhas direita e esquerda foram avaliadas separadamente.

Antes da colocação dos eletrodos nas áreas citadas acima, as mesmas foram limpas com pasta abrasiva, com o objetivo de se reduzir a impedância elétrica entre a pele e o eletrodo para menos de cinco ohms. O estímulo foi enviado por um fone modelo TDH-41 primeiramente na orelha direita em 50% dos sujeitos da pesquisa, e primeiramente na orelha esquerda na outra metade dos sujeitos.

Os sujeitos foram instruídos a contar mentalmente os estímulos raros e, ao final do teste, relatar o número de estímulos raros para a pesquisadora. Para se certificar de que o sujeito era capaz de discriminar os tons raros em meios aos tons freqüentes, os sujeitos foram instruídos a levantar o braço ao escutar o primeiro estímulo raro.

O P300 foi obtido por meio da subtração do traçado correspondente aos estímulos raros em relação ao traçado correspondente aos estímulos freqüentes, e foi identificado como a onda com polaridade positiva com latência aproximada de 300 ms pós-estímulo. Foram medidos os valores de amplitude e de latência do P300. É importante ressaltar que a análise do P300 foi realizada pela própria pesquisadora e por um segundo pesquisador (examinador cego), a

---

fim de que não ocorresse influência na avaliação dos dados obtidos nos dois grupos de sujeitos antes e após o período de TA.

#### **4.5. Treinamento Auditivo**

Após a confirmação do diagnóstico de TPA(C) por meio dos testes comportamentais (alteração em pelo menos dois dos quatro testes aplicados), os sujeitos do Grupo Estudo foram submetidos a um programa de Treinamento Auditivo baseado num procedimento proposto por Chermak e Musiek (1992) e por Musiek e Chermak (1995), sendo validado por Musiek e Schochat (1998).

O TA foi realizado em oito sessões semanais, com duração de 50 minutos cada, em cabina acústica. Os pacientes e os responsáveis também foram orientados a realizar tarefas em casa, sendo entregue a cada um dos sujeitos uma lista de atividades (Anexo D). As atividades deveriam ser realizadas em casa, de três a quatro vezes por semana, com duração média de 15 minutos em cada dia.

O nível de dificuldade de cada tarefa proposta no TA foi regulado de forma manual pela pesquisadora, para cada item e para cada sessão, com o objetivo de se manter o índice de sucesso versus erro aproximado entre 70/30% (Musiek e Schochat, 1998). As tarefas de cada sessão do TA foram planejadas com uma semana de antecedência e, para esse planejamento, foram considerados os resultados obtidos pelo sujeito nas sessões anteriores, e as tarefas utilizadas nas sessões anteriores, de forma que o mesmo tipo de tarefa raramente fosse utilizado em sessões seguidas.

As tarefas utilizadas no TA serão listadas a seguir:

Treinamento da habilidade de fechamento auditivo:

- Identificação de figuras com ruído branco: os indivíduos foram instruídos a apontar, em um cartaz, as figuras que representassem as palavras ouvidas e a ignorar o ruído ipsilateral. A relação sinal/ruído foi facilitada nas primeiras sessões e dificultada nas sessões seguintes, de acordo com a porcentagem de acertos do sujeito.

- Fala com ruído: os indivíduos foram instruídos a repetir uma lista de 25 vocábulos monossílabos sem prestar atenção ao ruído branco ipsilateral. A relação da intensidade entre a mensagem e o ruído foi dificultada com o passar das sessões de TA, de acordo com a porcentagem de acertos de cada sujeito.

Treinamento da habilidade de figura-fundo:

- Identificação de sentenças com mensagem competitiva ipsilateral – PSI: os indivíduos foram instruídos a apontar, em um cartaz, as figuras correspondentes às sentenças ouvidas, sem prestar atenção à mensagem competitiva ipsilateral. A relação sinal/ruído foi facilitada nas primeiras sessões e dificultada nas sessões seguintes, de acordo com a porcentagem de acertos do sujeito.



---

Treinamento da habilidade de processamento temporal:

- Padrão tonal de duração: esta tarefa envolveu a discriminação de dois ou três sons que se diferenciavam pela duração (curto e longo), e foi dividida em discriminação, ordenação e resolução temporal. Num primeiro momento, foram utilizadas dez seqüências de dois sons e, posteriormente, de três sons.

- Padrão tonal de freqüência: a tarefa envolveu a discriminação de dois ou três sons que se diferenciavam pela freqüência (agudo e grave), e também foi dividida em discriminação, ordenação e resolução temporal. Inicialmente, foram utilizadas dez seqüências de dois sons e, posteriormente, dez seqüências de três sons.

Treinamento da habilidade de separação e integração binaural:

- Treinamento não-verbal de escuta direcionada: foram utilizadas três seqüências de seis pares de estímulos sonoros. Nas duas primeiras seqüências, a intensidade foi aumentada em 10 dB para a orelha direita quando a escuta foi direcionada para a orelha direita, e em 10 dB para a orelha esquerda quando a escuta foi direcionada para a mesma orelha. Na primeira seqüência, os indivíduos foram informados do aumento da intensidade, e na segunda vez, não receberam essa informação. Na terceira seqüência, foi solicitada a identificação da atenção direcionada para cada orelha, sem aumento da intensidade sonora na orelha testada.

- Treinamento da habilidade de percepção de fala dicótica - SSW: num primeiro momento, a tarefa foi aplicada com uma seqüência de três palavras

---

por meio da omissão da primeira palavra competitiva, com o intuito de se facilitar a compreensão. No segundo momento, foram utilizadas seqüências de quatro palavras, sendo duas competitivas e duas não competitivas. Durante a tarefa, os indivíduos deveriam repetir os vocábulos na mesma ordem em que eram apresentados. Foram computados os números de acertos, erros, omissões e substituições.

- Treinamento da habilidade de escuta dicótica com dígitos: primeiramente, eram apresentados apenas três dos quatro dígitos, dos quais dois eram competitivos e um era não-competitivo. Num segundo momento, foram apresentados os quatro dígitos em pares competitivos, e o sujeito era instruído a repetir os quatro dígitos na ordem que preferisse.

Todas as tarefas monóticas do TA também foram realizadas em uma intensidade de 40 dBNS, e as tarefas dicóticas em uma intensidade de 50 dBNS, com base no LRF de cada orelha dos sujeitos.

Ao término do período de TA, foi realizada uma nova avaliação comportamental do processamento auditivo (central) nos sujeitos do Grupo Estudo. Após um mês desta reavaliação comportamental, foi realizada uma nova gravação do P300. No caso do Grupo Controle, a segunda gravação do P300 foi realizada 12 semanas após a primeira – tempo correspondente ao período do TA com o acréscimo de um mês. O aguardo de um mês após o TA, para a reavaliação do P300, foi estipulado para garantir a estabilidade das mudanças neurofisiológicas ocorridas com o TA.

---

É importante ressaltar que não foi realizada uma segunda avaliação do processamento auditivo (central) no Grupo Controle, já que este grupo de sujeitos não foi submetido a qualquer programa de intervenção, pois apresentaram avaliação inicial do processamento auditivo (central) dentro da normalidade.

#### **4.6. Critérios de normalidade adotados**

##### Avaliação audiológica

Na audiometria tonal, foram considerados dentro da normalidade limiares auditivos menores ou iguais a 25 dBNA nas freqüências de 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000 Hz (ANSI, 1969).

O LRF foi considerado dentro da normalidade quando as respostas foram iguais ou até 10 dB acima da média dos limiares audiométricos de 500, 1000 e 2000 Hz (Santos e Russo, 1986). O IPRF deveria apresentar porcentagem de acerto entre 90% e 100% na intensidade de 30 dB acima do LRF (Jerger et al., 1968).

As medidas de imitância acústica deveriam apresentar curva timpanométrica tipo A (Jerger, 1970) e reflexos acústicos ipsilaterais presentes entre 85 e 90 dBNA nas freqüências de 500, 1000 e 2000 Hz (Carvallo et al., 2000) e contralaterais presentes entre 70 e 95 dBNA acima do limiar tonal nas freqüências de 500, 1000 e 2000 Hz (Jepsen, 1951; Metz, 1952).

### Avaliação do processamento auditivo (central)

No teste monótico de Identificação de Sentenças com Mensagem Competitiva (PSI em português), o critério de normalidade adotado foi o de porcentagem de acerto igual ou superior a 60% na relação sinal/ruído -15dB, na condição de mensagem competitiva ipsilateral (Almeida et al., 1988).

Houve normalidade no teste de Fala com Ruído quando, na relação sinal/ruído +20 dBNA, os indivíduos obtinham, na primeira orelha testada, uma porcentagem de acerto igual ou maior a 68% e, na segunda orelha testada, uma porcentagem de acerto igual ou maior a 70% (Pereira e Schochat, 1997). Este critério de normalidade foi adotado considerando-se o audiômetro utilizado e a calibração do ruído branco efetivo, sendo o critério utilizado no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Processamento Auditivo (Central).

O critério de normalidade adotado para o teste Dicótico Não-verbal de Escuta Direcionada consistiu em que o indivíduo apontasse corretamente a figura correspondente ao som ouvido, em cada uma das orelhas, em pelo menos 11 dos 12 pares de estímulos apresentados (Ortiz e Pereira, 1997).

No teste de Dissílabos Alternados (SSW), os critérios de referência para a análise foram baseados no trabalho científico de Câmara (1998), e serão demonstrados no Quadro 2.

Quadro 2 - Limites de normalidade do teste SSW

Faixa Etária	Direito Competitivo	Esquerdo Competitivo	Inversões	Efeito Auditivo	Efeito de Ordem	Tipo A
6 anos	70%	55%	5	[-8+6]	[-4+10]	6
7 anos	75%	65%	5	[-8+6]	[-4+10]	6
8 anos	80%	75%	5	[-6+4]	[-4+3]	3
9 anos em diante	90%	90%	1	[-4+4]	[-3+3]	3

#### Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE)

O critério de normalidade para o PEATE foi a presença das ondas I, III e V a 80 dBNA com latências absolutas e interpicos dentro dos valores padronizados por Flabiano et al. (2002) - Quadro 3.

Quadro 3 - Valores de latências absolutas e intervalos interpicos (média e variância) propostos por Flabiano et al. (2002) para o equipamento Bio-logic

	Onda I	Onda III	Onda V	I - III	III - V	I - V
Média	1.4716	3.5628	5.4840	2.0912	1.9212	4.0124
Variância	0.00735	0.01591	0.01598	0.01574	0.01023	0.01838

#### Potencial eletrofisiológico – P300

Na análise do potencial eletrofisiológico, o P300 foi considerada a maior onda de polaridade positiva visualizada na subtração do traçado do estímulo raro em relação ao traçado do estímulo freqüente, estando sua latência entre

240 e 470 ms. Os valores de latência mínimo e máximo, considerados para a análise do P300, foram baseados em estudos anteriores realizados com sujeitos com a mesma faixa-etária do presente estudo (Jirsa, 1992; Junqueira, 2001).

Para identificar o ponto de maior amplitude do P300, foi colocado um cursor de referência na onda de polaridade negativa anterior ao P300 (correspondente à onda N2), e um segundo cursor no pico do P300.

Nos casos em que o P300 foi representado por uma onda de duplo pico, a amplitude foi considerada colocando-se o cursor no maior pico, e a latência foi medida colocando-se o cursor no ponto referente à intersecção de linhas imaginárias tangentes aos dois picos.

#### **4.7. Método estatístico**

Para este estudo, foram utilizados os testes não paramétricos de Wilcoxon e de Mann-Whitney, e os testes paramétricos de ANOVA e T-Student Pareado. Na complementação da análise descritiva, foi utilizada a técnica de Intervalo de Confiança para Média.

O Teste de Wilcoxon é um teste não paramétrico e foi utilizado para verificar se o tratamento aplicado junto aos indivíduos surtiu efeito ou não. Esse teste é utilizado quando podemos determinar tanto a magnitude, quanto a direção dos dados (como neste estudo), e quando pretendemos comparar as variáveis duas a duas.

O Teste de Mann Whitney é um teste não paramétrico, que pode ser usado quando há amostras independentes, pretendendo-se comparar as variáveis duas a duas.

A ANOVA (*Analysis of Variance*) é um teste paramétrico que faz uma comparação de médias utilizando a variância, onde os erros para cada observação têm que ter uma distribuição normal com média zero e variância constante. Já o Teste T-Student (Teste de Igualdade de Duas Médias) presume que as variâncias populacionais são desconhecidas e iguais.

O Intervalo de Confiança para a Média é uma técnica utilizada quando queremos ver o quanto a média pode variar numa determinada probabilidade de confiança.

Os testes paramétricos foram utilizados quando a normalidade da distribuição foi considerada estatisticamente válida, e os testes não paramétricos foram utilizados quando a amostra não supriu as condições (suposições) para a utilização de testes paramétricos, como a normalidade e a homogeneidade das variâncias.

Dessa forma, os testes paramétricos foram utilizados na análise dos valores de latência do P300, e os testes não paramétricos foram utilizados na análise dos valores da avaliação comportamental (avaliação de processamento auditivo (central)), da amplitude do P300, e na contagem de estímulos raros, realizada durante a avaliação do P300.

***RESULTADOS***

---

---



## 5. RESULTADOS

Neste capítulo, serão apresentados os resultados das avaliações comportamentais e eletrofisiológicas (P300) realizadas em 58 crianças, das quais 29 pertencentes ao Grupo Estudo (com TPA(C)) e 29 pertencentes ao Grupo Controle (sem TPA(C)).

Das 29 crianças avaliadas no Grupo Controle, apenas 14 realizaram a segunda avaliação eletrofisiológica. Todas as 29 crianças do Grupo Estudo terminaram o TA e foram reavaliadas.

Quadro 4 - Caracterização da amostra quanto ao número de crianças participantes do estudo

População estudada	Número de crianças em cada grupo	1ª avaliação eletrofisiológica	2ª avaliação eletrofisiológica
Grupo Estudo	29	29	29
Grupo Controle	29	29	14

A média das idades dos sujeitos do Grupo Estudo foi de 10,1 anos, enquanto a idade média dos sujeitos do Grupo Controle foi de 11,5 anos.

Tabela 1 - Distribuição dos sujeitos em relação ao sexo e à idade no Grupo Estudo

Faixa Etária (anos)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	total
Sexo Masculino	3	6	2	2	0	1	1	0	1	16
Sexo Feminino	2	5	0	4	1	1	0	0	0	13
Total	5	11	2	6	1	2	1	0	1	29

Tabela 2 - Distribuição dos sujeitos em relação ao sexo e à idade no Grupo Controle

Faixa Etária (anos)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	total
Sexo Masculino	2	3	3	0	0	2	2	1	0	13
Sexo Feminino	2	0	4	1	4	0	1	1	3	16
Total	4	3	7	1	4	2	3	2	3	29

Na análise dos dados obtidos na avaliação comportamental e na avaliação eletrofisiológica, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre as orelhas direita e esquerda (Anexos E e F), mostrando que a orelha testada não foi um fator causador de diferenças. Dessa forma, os valores de ambas as orelhas foram considerados juntos.

Como citado anteriormente, os grupos de sujeitos desse estudo foram definidos de acordo com os resultados obtidos pelas crianças na avaliação comportamental do processamento auditivo (central), ou seja, os sujeitos que compuseram o Grupo Controle apresentaram porcentagem de acertos dentro da normalidade nos testes da avaliação do processamento auditivo (central), e

os sujeitos que compuseram o Grupo Estudo apresentaram alteração em pelo menos dois testes da avaliação do processamento auditivo (central).

Tabela 3 - Comparação da avaliação comportamental do Grupo Controle com o Grupo Estudo pré Treinamento Auditivo

Comportamental		Média	Mediana	Desvio Padrão	CV	Quartil 1	Quartil 3	T	IC	p-valor
PSI	GC	77,9%	80,0%	16,4%	21,0%	70,0%	90%	58	4,2%	- x -
	GE	66,2%	70,0%	17,8%	26,8%	50,0%	80,0%	58	4,6%	<0,001*
Fala c/ Ruído	GC	77,4%	74,0%	7,9%	10,3%	72,0%	84%	58	2,0%	- x -
	GE	68,8%	68,0%	10,8%	15,6%	64,0%	76%	58	2,8%	<0,001*
DNV	GC	11,59	12,00	0,50	4,3%	11,00	12,00	58	0,13	- x -
	GE	8,62	9,00	2,52	29,2%	7,00	11,00	58	0,65	<0,001*
SSW	GC	95,2%	95,0%	3,4%	3,6%	92,5%	97,5%	58	0,9%	- x -
	GE	72,0%	72,5%	12,0%	16,6%	65,0%	82,4%	58	3,1%	<0,001*

Legenda: GC – Grupo Controle;  
 GE – Grupo Estudo;  
 PSI – Teste de Identificação de Sentenças com Mensagem Competitiva;  
 DNV – Teste Dicótico Não-verbal de Escuta Direcionada;  
 SSW – Teste de Dissílabos Alternados;  
 CV – Coeficiente de Variação;  
 T – Tamanho da amostra;  
 IC – Intervalo de Confiança;  
 \*p-valor – considerados estatisticamente significantes

Na comparação entre a avaliação comportamental do Grupo Controle e a avaliação comportamental do Grupo Estudo, realizada antes do TA (Tabela 3), em todos os testes aplicados houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos de sujeitos.

A seguir, serão apresentadas as análises dos resultados comparativos.

### 5.1. Avaliação do processamento auditivo (central) (Avaliação Comportamental)

Inicialmente, foi feita a comparação do Grupo Estudo nos dois momentos da avaliação comportamental: antes do TA e após o TA.

Tabela 4 - Comparação da avaliação comportamental do Grupo Estudo pré e pós Treinamento Auditivo

Grupo	PSI		Fala c/ Ruído		DNV		SSW	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Média	66,2%	86,4%	68,8%	80,1%	8,62	10,93	72,0%	89,2%
Mediana	70,0%	90,0%	68,0%	80,0%	9,00	12,00	72,5%	92,5%
Desvio Padrão	17,8%	13,1%	10,8%	7,0%	2,52	1,78	12,0%	11,0%
CV	26,8%	15,1%	15,6%	8,8%	29,2%	16,2%	16,6%	12,4%
Quartil 1	50,0%	80,0%	64,0%	76,0%	7,00	11,00	65,0%	87,5%
Quartil 3	80,0%	100%	76,0%	84,0%	11,00	12,00	82,4%	95,0%
Tamanho	58	58	58	58	58	58	58	58
IC	4,6%	3,4%	2,8%	1,8%	0,65	0,46	3,1%	2,8%
p-valor	<0,001*		<0,001*		<0,001*		<0,001*	

Legenda: PSI – Teste de Identificação de Sentenças com Mensagem Competitiva;  
 DNV – Teste Dicótico Não-verbal de Escuta Direcionada;  
 SSW – Teste de Dissílabos Alternados;  
 CV – Coeficiente de Variação;  
 IC – Intervalo de Confiança;  
 \*p-valor – considerados estatisticamente significantes

Observando-se a Tabela 4, averiguamos que houve diferença estatisticamente significativa em todos os testes comportamentais da avaliação do processamento auditivo (central) do Grupo Estudo, quando comparadas as situações pré e pós TA.

Quadro 5 - Comparação da avaliação comportamental do Grupo Estudo pré e pós Treinamento Auditivo

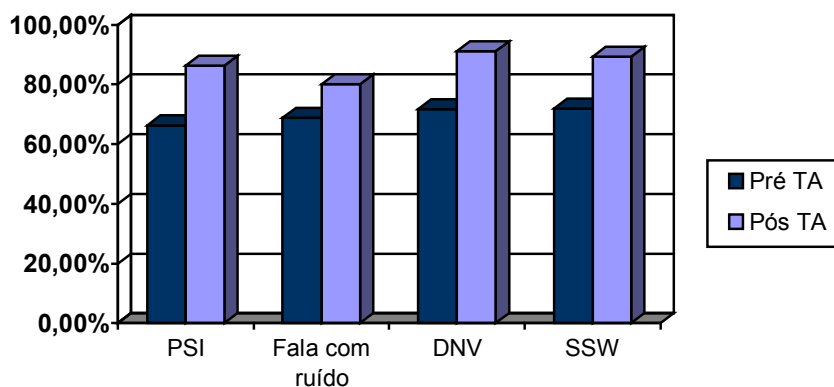


Tabela 5 - Comparação da avaliação comportamental do Grupo Controle com o Grupo Estudo pós Treinamento Auditivo

Comportamental		Média	Mediana	Desvio Padrão	CV	Quartil 1	Quartil 3	T	IC	p-valor
PSI	GC	77,9%	80,0%	16,4%	21,0%	70,0%	90%	58	4,2%	- x -
	GE	86,4%	90,0%	13,1%	15,1%	80,0%	100%	58	3,4%	0,002*
Fala c/ Ruído	GC	77,4%	74,0%	7,9%	10,3%	72,0%	84%	58	2,0%	- x -
	GE	80,1%	80,0%	7,0%	8,8%	76,0%	84%	58	1,8%	0,028*
DNV	GC	11,59	12,00	0,50	4,3%	11,00	12,00	58	0,13	- x -
	GE	10,93	12,00	1,78	16,2%	11,00	12,00	58	0,46	0,364
SSW	GC	95,2%	95,0%	3,4%	3,6%	92,5%	97,5%	58	0,9%	- x -
	GE	89,2%	92,5%	11,0%	12,4%	87,5%	95,0%	58	2,8%	<0,001*

Legenda: GC – Grupo Controle;  
 GE – Grupo Estudo;  
 PSI – Teste de Identificação de Sentenças com Mensagem Competitiva;  
 DNV – Teste Dicótico Não-verbal de Escuta Direcionada;  
 SSW – Teste de Dissílabos Alternados;  
 CV – Coeficiente de Variação;  
 T – Tamanho da amostra;  
 IC – Intervalo de Confiança;  
 \*p-valor – considerados estatisticamente significantes

Segundo a Tabela 5, existe diferença estatisticamente significativa entre o Grupo Controle e o Grupo Estudo, após o TA, nos testes PSI, Fala com Ruído e SSW.

Dentre os 29 sujeitos que foram diagnosticados na avaliação inicial (antes do TA) com TPA(C) (participantes do Grupo Estudo), 16 apresentaram processamento auditivo (central) dentro dos padrões de normalidade (55,2%), 05 apresentaram avaliação do processamento auditivo (central) no limite de normalidade (17,2%), 04 apresentaram alteração de processamento auditivo (central) de grau leve (13,8%), 02 de grau leve a moderado (6,9%) e 02 apresentaram alteração de processamento auditivo (central) de grau moderado (6,9%) após o TA.

Quadro 6 – Resultados qualitativos do Grupo Estudo pré e pós Treinamento Auditivo

Avaliação do processamento auditivo (central) do GE	Pré TA	Pós TA
Dentro dos limites de normalidade	0%	55,2%
No limite de normalidade	0%	17,2%
Alteração de grau leve	6,9%	13,8%
Alteração de grau leve a moderado	6,9%	6,9%
Alteração de grau moderado	79,4%	6,9%
Alteração de grau moderado a severo	3,4%	0%
Alteração de grau severo	3,4%	0%

GE – Grupo Estudo;  
TA – Treinamento Auditivo

## 5.2. Contagem de estímulos raros na avaliação eletrofisiológica

Foi feita a comparação da contagem de estímulos raros realizadas na 1ª e na 2ª avaliação eletrofisiológica de ambos os grupos estudados.

Dos 29 sujeitos do Grupo Estudo, 28 realizaram a contagem dos estímulos raros, e um sujeito foi orientado a levantar a mão para todos os estímulos raros, já que a criança referiu só saber contar até 30. Todos os 29 sujeitos do Grupo Controle contaram os estímulos raros.

Dentre os sujeitos do Grupo Estudo avaliados, 14,3% contaram os estímulos raros com até duas unidades de diferença do número apresentado (contaram de forma correta ou com duas unidades a mais ou a menos) antes do TA. Após o TA, essa porcentagem subiu para 37,5%.

Na avaliação inicial, 51,7% dos sujeitos do Grupo Controle contaram os estímulos raros de forma correta ou com até duas unidades de diferença do número apresentado. Na avaliação final, a porcentagem foi de 57,1% no Grupo Controle.

Quadro 7 – Contagem de estímulos raros do Grupo Estudo e do Grupo Controle em ambas as avaliações eletrofisiológicas

Grupo Estudo		Grupo Controle	
Avaliação inicial	Avaliação final	Avaliação inicial	Avaliação final
14,3%	37,5%	51,7%	57,1%

### **5.3. Avaliação eletrofisiológica**

Na análise dos dados eletrofisiológicos da primeira avaliação (antes do TA), em 09, dos 29 sujeitos do Grupo Estudo, não foi possível identificar a onda correspondente ao P300. Destes 09 sujeitos, 04 não apresentaram P300, quando o estímulo foi apresentado na orelha direita, outros 04 quando o estímulo foi apresentado na orelha esquerda, e 01 sujeito não apresentou P300 em ambas as orelhas.

Na segunda avaliação eletrofisiológica (após TA), em apenas 01, dos 29 sujeitos do Grupo Estudo, não foi possível identificar a onda correspondente ao P300, e foi apenas na orelha direita.

Nos casos em que não foi encontrada a onda correspondente ao P300, o valor de amplitude considerado na análise estatística foi zero  $\mu\text{V}$ , e o valor de latência considerado foi de 500 ms (simulação).

O valor de 500 ms de latência foi adotado devido ao valor máximo de latência encontrado dentre os sujeitos desse estudo (462 ms) e aos valores máximos relatados em estudos anteriores realizados com sujeitos da mesma faixa etária: 530 ms para Polich et al. (1990); 540 ms no estudo de Oades et al. (1997), e 450 ms para Hirayasu et al. (2000).

A onda correspondente ao P300 foi visualizada e analisada em todos os 29 sujeitos do Grupo Controle na primeira avaliação, e em todos os 14 sujeitos do Grupo Controle que realizaram a segunda avaliação.



Tabela 6 - Comparação das medidas descritivas de latência de ambos os grupos de sujeitos na 1<sup>a</sup> e na 2<sup>a</sup> avaliação eletrofisiológica

Latência (ms)	Grupo Estudo		Grupo Controle	
	Inicial	Final	Inicial	Final
Média	382,66	351,21	340,38	342,5
Mediana	366	342	346	348
Desvio Padrão	65,76	47,13	41,93	46,87
CV	17,2%	13,4%	12,3%	13,7%
Quartil 1	334	324,5	305,5	320
Quartil 3	420	375,5	370	361
Tamanho	58	58	58	28
IC	16,92	12,13	10,79	17,36
p-valor	0,001*		0,568	

Legenda: CV – Coeficiente de Variação;

IC – Intervalo de Confiança;

\*p-valor – considerados estatisticamente significantes

Observando-se a Tabela 6, podemos verificar que, no Grupo Estudo, houve diferença estatisticamente significativa entre os valores da latência do P300, antes e depois do TA. No Grupo Controle, não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores de latência do P300 na 1<sup>a</sup> e na 2<sup>a</sup> avaliação eletrofisiológica.

Tabela 7 - Comparação das medidas descritivas de amplitude de ambos os grupos de sujeitos na 1<sup>a</sup> e na 2<sup>a</sup> avaliação eletrofisiológica

Amplitude ( $\mu$ V)	Grupo Estudo		Grupo Controle	
	Inicial	Final	Inicial	Final
Média	5,50	6,74	9,09	9,38
Mediana	4,67	5,65	9,22	8,40
Desvio Padrão	4,55	4,59	5,63	4,68
CV	82,8%	68,2%	61,9%	49,9%
Quartil 1	2,63	3,54	4,36	5,64
Quartil 3	7,61	9,46	12,57	12,62
Tamanho	58	58	58	28
IC	1,17	1,18	1,45	1,73
p-valor	0,178		0,101	

Legenda: CV – Coeficiente de Variação;

IC – Intervalo de Confiança;

\*p-valor – considerados estatisticamente significantes

Ao se observar a Tabela 7, averiguamos que não houve diferenças estatisticamente significantes entre os valores das médias de amplitude entre a avaliação pré e pós TA do Grupo Estudo, nem entre a 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> avaliação do Grupo Controle.

Tabela 8 - Comparação das medidas descritivas de latência na 1ª e na 2ª avaliação entre o Grupo Estudo e o Grupo Controle

Grupos	Latência (ms)			
	Inicial		Final	
	GE	GC	GE	GC
Média	382,66	340,38	351,21	342,5
Mediana	366	346	342	348
Desvio Padrão	65,76	41,93	47,13	46,87
CV	17,2%	12,3%	13,04%	13,7%
Quartil 1	334	305,5	324,5	320
Quartil 3	420	370	375,5	361
Tamanho	58	58	58	28
IC	16,92	10,79	12,13	17,36
p-valor	<0,001*		0,553	

Legenda: GE – Grupo Estudo;  
 GC – Grupo Controle;  
 CV – Coeficiente de Variação;  
 IC – Intervalo de Confiança;  
 \*p-valor – considerados estatisticamente significantes

Por meio da Tabela 8, podemos observar que houve diferença estatisticamente significativa entre os valores da latência do P300, comparando-se o Grupo Estudo ao Grupo Controle na 1ª avaliação eletrofisiológica. Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa quando os valores de latência do Grupo Estudo foram comparados aos valores de latência do Grupo Controle na 2ª avaliação eletrofisiológica.

Tabela 9 - Comparação das medidas descritivas de amplitude na 1<sup>a</sup> e na 2<sup>a</sup> avaliação entre o Grupo Estudo e o Grupo Controle

Grupos	Amplitude ( $\mu\text{V}$ )			
	Inicial		Final	
	GE	GC	GE	GC
Média	5,50	9,09	6,74	9,38
Mediana	4,67	9,22	5,65	8,395
Desvio Padrão	4,55	5,63	4,59	4,68
CV	82,8%	61,9%	68,2%	49,9%
Quartil 1	2,63	4,36	3,54	5,64
Quartil 3	7,61	12,57	9,46	12,62
Tamanho	58	58	58	28
IC	1,17	1,45	1,18	1,73
p-valor	<0,001*		0,015*	

Legenda: GE – Grupo Estudo;  
 GC – Grupo Controle;  
 CV – Coeficiente de Variação;  
 IC – Intervalo de Confiança;  
 \*p-valor – considerados estatisticamente significantes

Segundo a Tabela 9, a amplitude do P300 apresentou diferença estatisticamente significativa na comparação entre o Grupo Estudo e o Grupo Controle, tanto na 1<sup>a</sup>, como na 2<sup>a</sup> avaliação eletrofisiológica.

***DISCUSSÃO***

---

---

## 6. DISCUSSÃO

Neste capítulo, será realizada uma análise crítica dos resultados obtidos neste estudo, mediante comparação com a literatura consultada.

Primeiramente, no entanto, serão feitos alguns comentários a respeito da casuística.

Como podemos visualizar no Quadro 4, todas as 29 crianças do Grupo Estudo realizaram as duas avaliações eletrofisiológicas, ou seja, todas as crianças com TPA(C) que realizaram a primeira avaliação eletrofisiológica, e que foram submetidas ao programa completo de TA, retornaram para a segunda avaliação eletrofisiológica. Dentre as 29 crianças sem TPA(C) (Grupo Controle) que realizaram a primeira avaliação eletrofisiológica, apenas 14 retornaram para a segunda avaliação, devido à grande dificuldade encontrada pela pesquisadora em contatar os responsáveis pelas crianças, e devido à possível falta de motivação por parte dos pais em retornarem, pois os mesmos sabiam que seus filhos não apresentavam quaisquer alterações cognitivas, neurológicas e/ou psiquiátricas evidentes, acreditando que, muito provavelmente, uma nova avaliação não lhes traria resultados diferentes.

A faixa etária das crianças estudadas foi de 08 a 16 anos de idade (Tabelas 1 e 2), sendo a média de idade do Grupo Estudo (GE) de 10,1 anos e do Grupo Controle (GC) de 11,5 anos. A faixa etária dos sujeitos do estudo foi baseada na idade da população com maior incidência de queixas, relacionadas ao processamento auditivo (central), atendidas em nosso laboratório, e tendo-

---

se em vista a padronização da maioria dos testes utilizados na avaliação do processamento auditivo (central), a qual foi estipulada para crianças acima de sete anos de idade.

A performance das crianças nos testes comportamentais foi o principal fator que definiu a composição dos grupos de sujeitos do presente estudo, sendo o GE composto por crianças com alteração em pelo menos dois dos quatro testes realizados na avaliação do processamento auditivo (central), e o GC composto por crianças sem queixas e sem alteração em qualquer teste da avaliação do processamento auditivo (central). Dessa forma, na comparação dos dados da avaliação comportamental do GE com o GC (Tabela 3), podemos notar que a diferença entre as médias de acertos entre os grupos em todos os testes comportamentais foi estatisticamente significativa na avaliação inicial (pré TA), na qual o GE apresentou média de acertos menores do que o GC nos testes PSI, fala com ruído, dicótico não verbal e SSW.

Para facilitar a discussão dos resultados do presente estudo, optou-se por dividi-la em duas partes:

- Discussão dos resultados encontrados na avaliação comportamental.
- Discussão dos resultados encontrados na avaliação eletrofisiológica.

### **6.1. Discussão dos resultados encontrados na avaliação comportamental**

Nesta primeira parte, discutir-se-á os achados da avaliação comportamental deste estudo.

Na avaliação do processamento auditivo (central), optamos por utilizar testes monóticos e dicóticos, com estímulos verbais e não verbais, apropriados à idade dos sujeitos avaliados. A variedade dos procedimentos e dos estímulos utilizados nos testes teve como intuito avaliar diversas habilidades do processamento auditivo (central) e acessar o funcionamento de diferentes níveis do SNAC.

Na análise dos dados da avaliação comportamental no GE (Tabela 4), houve diferença estatisticamente significativa em todos os testes, na comparação entre a avaliação comportamental inicial (pré TA) e a final (pós TA), havendo aumento na média de acertos nos testes PSI, fala com ruído, dicótico não verbal e SSW, após o TA. Tais resultados demonstram que o TA realizado no presente estudo proporcionou uma melhora nas habilidades de figura-fundo auditiva, de associação estímulo auditivo-visual, fechamento auditivo, e associação e separação binaural para sons lingüísticos e não lingüísticos.

Em estudo realizado por Musiek e Schochat (1998), constatou-se melhora na performance de um indivíduo de 15 anos de idade em todos os testes de uma avaliação de processamento auditivo (central) após 18 sessões de TA. Mesmo havendo diferença no número de sessões de TA realizadas, as tarefas empregadas no TA do estudo de Musiek e Schochat (1998) foram similares às utilizadas no presente estudo, sendo que os resultados encontrados no nosso estudo concordam com os achados dos autores.



---

Os dados do nosso estudo também concordam com os resultados encontrados no estudo de Zalcman e Schochat (2007), as quais realizaram, em crianças com TPA(C), um TA em cabina acústica nos mesmos moldes do treinamento utilizado em nosso estudo. Assim como no presente estudo, Zalcman e Schochat (2007) encontraram diferença estatisticamente significativa na comparação entre a avaliação do processamento auditivo (central) realizada antes e após o TA, havendo melhora em todos os testes após o TA. As autoras afirmaram que a influência ambiental, mais precisamente o programa de TA, foi capaz de estimular as estruturas neurais relacionadas ao desempenho nas habilidades auditivas treinadas, e esta afirmação também pode ser confirmada pelos resultados obtidos no presente estudo.

Em estudo realizado por Schochat et al. (no prelo), crianças com TPA(C) foram submetidas a um TA nos mesmos moldes do treinamento realizado no presente estudo. Na avaliação comportamental realizada após o TA, foi verificada melhora em todos os testes realizados, havendo diferença estatisticamente significativa na comparação das médias de acertos pré e pós TA nos testes PSI, fala com ruído, DNV e SSW, assim como foi observado no presente estudo.

Os resultados encontrados no nosso estudo, ou seja, a melhora proporcionada pelo TA nas diversas habilidades auditivas treinadas, estão diretamente relacionados à capacidade do sistema nervoso central de mudar frente à estimulação ambiental, e esta capacidade pode ser definida como plasticidade neural. Dessa forma, podemos afirmar que o programa de TA

---

utilizado no nosso estudo induziu a mudanças benéficas no sistema nervoso central, as quais puderam ser confirmadas pela melhora na performance dos sujeitos nos testes utilizados na avaliação comportamental.

Diversos outros estudos também relataram melhoras em testes comportamentais em indivíduos com TPA(C), após serem submetidos a diferentes programas de TA.

Em estudo de Beck et al. (1996), crianças com TPA(C) foram submetidas a um programa de TA, o qual abordava habilidades de memória, orientação têmporo-espacial, voz, ritmo, seqüencialização, leitura e escrita, compreensão de fala com ruído e treinamento de tônus e mobilidade dos órgãos fonoarticulatórios. Tremblay et al. (1997) também realizaram um treino comportamental de quatro dias, o qual consistia na discriminação de estímulos verbais (VOT). Menning et al. (2000) realizaram TA utilizando tarefas de discriminação entre sons freqüentes e sons alvo que se diferenciavam pela freqüência.

Mesmo havendo diferença entre os programas de TA utilizados nos estudos citados acima, em todos foi constatada melhora significativa dos testes comportamentais após o período de estimulação auditiva, assim como pudemos verificar em nosso estudo.

Quando as médias de acertos nos testes comportamentais foram comparadas entre o GC e o GE na avaliação final (Tabela 5), verificamos que o GE apresentou média de acertos maior que o GC nos testes PSI e fala com ruído, e média de acertos menor que o GC nos testes dicótico não verbal e

---

SSW. Essas diferenças foram estatisticamente significantes para os testes PSI, fala com ruído e SSW. Dessa forma, podemos notar que o GE passou a apresentar valores de médias de acertos maiores do que o GC em dois dos quatro testes realizados, sendo essa diferença estatisticamente significativa nestes dois testes. No teste dicótico não verbal, o GE apresentou média de acertos ligeiramente menor que o GC. O único teste em que as crianças do GE apresentaram média de acertos estatisticamente menor do que o GC, após o TA, foi o SSW.

Por meio da comparação das médias de acerto nos testes comportamentais entre o GC e o GE após o TA, verificamos que o GE passou a apresentar, na maioria dos testes realizados, valores de médias de acertos muito próximos ou superiores aos do GC, ou seja, após o TA, os sujeitos com TPA(C) passaram a apresentar desempenho similar aos sujeitos sem TPA(C) na avaliação comportamental.

A manutenção da diferença estatisticamente significativa entre a média de acertos do SSW do GC, quando comparado ao GE, após o TA, pode ser devido à maior dificuldade dos sujeitos do GE com este teste na avaliação inicial. Como podemos visualizar na Tabela 3, os indivíduos com TPA(C) apresentaram performance bastante inferior, quando comparados aos sujeitos sem TPA(C), no teste SSW, antes de serem submetidos ao TA. Mesmo havendo aumento estatisticamente significativo da média de acertos do GE após o TA (Tabela 4), a diferença da média de acertos entre os dois grupos de sujeitos, após o TA, permaneceu.

---

A maior proximidade entre a média de acertos nos testes comportamentais do GC e do GE após o TA, provavelmente, está relacionada à melhora do GE, já que este foi o único grupo de sujeitos que foi submetido à intervenção. Essa melhora no desempenho do GE após o TA, nos testes de avaliação do processamento auditivo (central), também está relacionada com os resultados qualitativos apresentados no presente estudo (Quadro 6), ou seja, a maioria dos sujeitos passou a apresentar avaliação do processamento auditivo dentro dos padrões de normalidade (55,2% dos sujeitos) ou no limite de normalidade (17,2% dos sujeitos). Os demais sujeitos do GE (27,6%), mesmo não apresentando avaliação de processamento auditivo (central) dentro dos limites de normalidade, apresentaram melhora significativa em todos os testes após o TA.

Em estudo de Beck et al. (1996), 21 crianças com TPA(C) foram submetidas a um programa de TA durante nove semanas e, após esse período, 71,4% das crianças passaram a apresentar resultados dentro da normalidade nos testes comportamentais aplicados na avaliação do processamento auditivo (central). Beck et al. (1996) realizaram testes comportamentais e TA diferentes dos utilizados no nosso estudo e, apesar disso, encontramos resultados bastante similares aos encontrados pelos autores, já que pudemos constatar que a maioria das crianças diagnosticadas inicialmente com TPA(C) passou a apresentar avaliação de processamento auditivo (central) dentro ou no limite da normalidade após o TA. Assim como visualizado no nosso estudo, os autores também comprovaram a efetividade do TA em crianças com TPA(C).

---

Em nosso trabalho, optamos por utilizar um TA em cabina acústica, nos moldes citados anteriormente. No entanto, existem diversas formas de TA que podem ser empregadas na reabilitação de indivíduos com TPA(C), tais como o treinamento realizado em fonoterapia e o treinamento dos aspectos temporais. Dessa forma, seria importante a confirmação dos resultados obtidos neste estudo em relação aos resultados obtidos por meio da utilização de outras formas de TA, para que possamos comparar a eficácia de diferentes programas de TA na reabilitação de crianças com TPA(C).

## **6.2. Discussão dos resultados encontrados na avaliação eletrofisiológica**

Nesta segunda parte, discutiremos os achados do PEA de longa latência P300 encontrados neste estudo.

Inicialmente, analisamos a contagem dos estímulos raros na avaliação eletrofisiológica pré e pós TA do GE (Quadro 7). Podemos notar que, após o TA, a porcentagem de sujeitos do GE que realizou a contagem de estímulos com um valor próximo ao valor de estímulos apresentados aumentou consideravelmente, sendo essa porcentagem de 14,3% de sujeitos na avaliação eletrofisiológica pré TA, e de 37,5% na avaliação pós TA. Dessa forma, podemos verificar que, após o TA, os sujeitos do GE passaram a contar de forma mais precisa o número de estímulos raros e, sendo a tarefa de contagem de estímulos raros diretamente associada às habilidades de atenção, de memória e de discriminação auditiva, notamos que, após o TA, houve melhora dessas três habilidades.

---

Tais dados concordam com os resultados encontrados na avaliação comportamental do processamento auditivo (central), na qual foi observado aumento na porcentagem de acertos em todos os testes comportamentais realizados depois do TA, quando comparados aos mesmos testes realizados antes do TA.

Mesmo não tendo sido realizado um treinamento especificamente direcionado à atenção, à memória e à discriminação auditiva, foi constatada melhora dessas três habilidades acompanhada de melhora nas habilidades de figura-fundo auditiva, de associação estímulo auditivo-visual, fechamento auditivo, e associação e separação binaural para sons lingüísticos e não lingüísticos.

Menning et al. (2000) verificaram melhora na discriminação auditiva em 10 sujeitos com desenvolvimento típico com idades entre 20 e 32 anos, após serem submetidos a 15 sessões de TA, o qual consistia em tarefas de discriminação de sons que se diferenciavam pela freqüência. Mesmo havendo diferença entre a casuística do estudo de Menning et al. (2000) e do presente estudo, e mesmo não tendo sido realizado treinamento especificamente direcionado à discriminação auditiva em nosso estudo, como foi realizado no estudo de Menning et al. (2000), a melhora desta habilidade também foi constatada no presente estudo.

No estudo de Putter-Katz et al. (2002), realizado com 20 crianças com TPA(C) submetidas a TA formal e informal, os autores constataram, após o TA, melhora no desempenho dessas crianças nos testes comportamentais

---

utilizados na avaliação do processamento auditivo (central), e também foi observada melhora em tarefas diárias que requeriam atenção e memória. Tais dados corroboram os nossos resultados, tendo sido constatada melhora na tarefa de contagem de estímulos raros da avaliação eletrofisiológica, ou seja, verifica-se, em nosso estudo, que também houve melhora em tarefas que requerem atenção e memória, não avaliadas nos testes de processamento auditivo (central).

Assim como no presente estudo, Kozlowski et al. (2004) constataram melhora nas respostas comportamentais (avaliação do processamento auditivo (central)) e melhora perceptível na atenção e na memória de uma criança com TPA(C) de 09 anos de idade, após ser submetida à terapia fonoaudiológica baseada em técnicas de TA. Mesmo que o trabalho de Kozlowski et al. (2004) tenha sido realizado com apenas um sujeito, e mesmo que a estimulação auditiva tenha sido realizada de forma diversa daquela realizada em nosso estudo, as melhoras visualizadas no estudo dos autores também foram constatadas no presente estudo, o que confirma a efetividade de diferentes tipos de TA em crianças com TPA(C).

A porcentagem de sujeitos do GC que realizou a contagem de estímulos raros próxima ao valor de estímulos apresentados foi similar nas duas avaliações eletrofisiológicas, sendo a porcentagem de 51,7% de sujeitos na avaliação inicial, e de 57,1% na avaliação final (Quadro 7). Dessa forma, podemos verificar que, na comparação entre a avaliação inicial e a final do GC, não houve melhora ou piora significativa na atenção e na memória auditivas dos

---

sujeitos, o que comprova que o fato de não terem sido submetidos a qualquer programa de estimulação auditiva no intervalo entre as duas avaliações fez com que os resultados fossem mantidos.

Na análise dos dados eletrofisiológicos de nosso estudo, não foi possível identificar a onda correspondente ao P300 em 09 dos 29 sujeitos do GE, quando avaliados antes de serem submetidos ao TA. Após o TA, em apenas um dos 29 sujeitos do GE não foi possível de se identificar a onda correspondente ao P300.

A não identificação da onda correspondente ao P300 nos indivíduos do GE, antes do TA, foi devida, principalmente, à morfologia das ondas, ou seja, quando subtraído o traçado correspondente aos estímulos raros do traçado correspondente aos estímulos freqüentes, não foi possível de se visualizar a onda correspondente ao P300 nos casos em que a morfologia do traçado do PEA apresentou má qualidade. Após o TA, houve melhora na morfologia do traçado na grande maioria dos sujeitos em que não foi possível identificar o P300 inicialmente. Dessa forma, podemos constatar que, após o TA, houve melhora na resposta eletrofisiológica de longa latência dos sujeitos diagnosticados inicialmente com TPA(C). Tais dados demonstram que, após o TA, ocorreu melhora na sincronia neural nas regiões cerebrais em que é gerado o P300, ou seja, no córtex auditivo central, nas áreas de associação do córtex centro-parietal e do lobo frontal, e/ou nas áreas relacionadas à memória.

Hayes et al. (2003) afirmaram que mudanças neurofisiológicas podem ser observadas em indivíduos submetidos a programas de TA, e que estas



---

mudanças podem ser monitoradas por meio dos PEA, o que corrobora nossos achados.

Tremblay et al. (2001) também afirmaram que mudanças na morfologia das ondas de PEA de longa latência ocorridas após períodos de estimulação auditiva, tais como as observadas neste estudo, podem ocorrer devido ao aumento da sincronia neural e das conexões neurais, e estão associadas a uma melhora na percepção da fala.

Utilizando um programa de TA similar ao empregado no nosso estudo, Zalcman (2007) constatou que a melhora das habilidades auditivas ocorridas após o TA pode ser verificada por meio do complexo N1-P2-N2, sendo possível observar mudanças na latência, na amplitude, e também na morfologia das ondas dos PEA de longa latência. Mesmo tendo sido utilizado no estudo de Zalcman (2007) o complexo N1-P2-N2, os nossos resultados concordam com os da pesquisadora, já que no presente estudo também foi possível constatar mudanças na morfologia das ondas do PEA de longa latência P300.

No GC, em todos os sujeitos, foi possível de se identificar a onda correspondente ao P300, tanto na avaliação eletrofisiológica inicial, quanto na avaliação final, não havendo alteração qualitativa na morfologia das ondas dos 14 sujeitos que foram reavaliados.

Em estudo publicado por Jirsa (1992), não foram encontradas diferenças na morfologia, na latência e na amplitude das ondas de P300 de crianças de 09 a 12 anos de idade com desenvolvimento típico, quando comparadas duas avaliações eletrofisiológicas realizadas com um intervalo de 14 semanas. Os

---

resultados encontrados no presente estudo concordam com os encontrados por Jirsa (1992), pois, no nosso estudo, também não foram encontradas diferenças na morfologia das ondas de P300 em crianças de faixa etária similar (08 a 16 anos de idade) quando foram reavaliadas após intervalo de 12 semanas.

Como citado anteriormente, na comparação entre o GE e o GC, na avaliação eletrofisiológica inicial, verificamos que em todos os 29 sujeitos do GC foi possível visualizar o P300, enquanto que em 09 dos 29 sujeitos do GE não conseguimos visualizá-lo. Dessa forma, podemos constatar que a morfologia das ondas dos PEA de longa latência das crianças do GC apresentou melhor qualidade do que a morfologia das ondas das crianças do GE antes do TA. Essa diferença na morfologia das ondas está, muito provavelmente, relacionada ao TPA(C) do Grupo Estudo, ou seja, as alterações neurofisiológicas presentes nas crianças com TPA(C) puderam ser captadas pelo PEA de longa latência P300, mais precisamente pela morfologia das ondas do P300.

Zalcman (2007) constatou diferença na morfologia, na amplitude e na latência das ondas do complexo N1-P2-N2 de crianças com TPA(C), quando comparadas a crianças sem TPA(C). Assim como no presente estudo, no estudo de Zalcman (2007), a morfologia das ondas do PEA de longa latência das crianças sem TPA(C) foi avaliada qualitativamente como melhor do que a morfologia das ondas das crianças com TPA(C).

No presente estudo, quando comparamos os valores das médias de latência do GE, antes e após o TA (Tabela 6), verificamos menor valor da média

---

das latências na avaliação final (após TA), quando comparada à avaliação inicial (antes do TA), sendo essa diferença estatisticamente significativa. A média dos valores de latência na avaliação pré TA foi de 382,66 ms, e na avaliação pós TA foi de 351,21 ms. A diminuição da latência do P300 do GE após o TA pode ser devido a uma melhora na resposta eletrofisiológica após o período de estimulação auditiva, ou seja, após o TA foi constatada melhora no tempo de processamento da informação auditiva, já que a latência do P300 está relacionada à velocidade de classificação do estímulo (Polich, 1998).

Na comparação entre as médias dos valores de amplitude no GE, antes e depois do TA (Tabela 7), não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes, mas notamos maior valor absoluto na amplitude na avaliação eletrofisiológica final (após o TA), quando comparada à inicial (antes do TA), sendo o valor da média de amplitude de 5,50  $\mu$ V pré TA, e de 6,74  $\mu$ V pós TA. Dessa forma, podemos constatar que houve aumento da média dos valores de amplitude do P300 das crianças com TPA(C) após o TA, mesmo não havendo significância na comparação desses valores. O aumento da amplitude reflete melhora na resposta eletrofisiológica após o TA.

A diminuição da latência e o aumento da amplitude do P300, após o TA, sugerem que a estimulação auditiva realizada durante o TA induziu a mudanças no SNAC, as quais puderam ser monitoradas por meio do PEA de longa latência P300, principalmente por meio das medidas de latência deste potencial.

Polich (1998) definiu a amplitude do P300 como a atividade cerebral requerida na manutenção da memória de trabalho, e a latência como a medida

---

da velocidade de classificação do estímulo. Se considerarmos as definições de amplitude e de latência propostas por Polich (1998), após o programa de estimulação auditiva, realizado no presente estudo, as crianças apresentaram aumento significativo da velocidade de classificação do estímulo e melhora na atividade cerebral requerida na manutenção da memória de trabalho.

Os resultados descritos no presente estudo concordam parcialmente com os resultados encontrados em um estudo realizado por Jirsa (1992) em 20 crianças com TPA(C), com idades entre 09 e 12 anos, submetidas a um programa de 14 sessões de TA. Após o período de estimulação auditiva, as crianças apresentaram diminuição da latência e aumento da amplitude do P300 e, diferentemente do nosso estudo, o aumento da amplitude encontrado por Jirsa (1992) foi estatisticamente significativo.

No estudo de Kozlowski et al. (2004) foi observada, em uma criança de 09 anos de idade com diagnóstico de TPA(C), diminuição na latência do P300 após quatro meses de fonoterapia com estimulação auditiva, assim como ocorreu no presente estudo. Mesmo havendo diferença entre o tempo e a forma da estimulação auditiva realizada no nosso estudo daquela realizada no estudo de Kozlowski et al. (2004), os autores não relataram diferenças significantes na amplitude do P300 após a estimulação auditiva, tal qual foi constatado neste estudo.

Os resultados deste estudo também concordam com os encontrados por Gil (2006), a qual verificou uma diminuição significativa da latência do P300 em um grupo de 14 indivíduos com deficiência auditiva após serem submetidos a

---

oito sessões de TA em cabina acústica. Assim como ocorreu em nosso estudo, no estudo de Gil (2006), também não foi encontrada diferença estatisticamente significativa na amplitude do P300, quando comparadas as situações pré e pós TA.

Os dados eletrofisiológicos encontrados no nosso estudo sugerem que, após o TA, ocorreram mudanças neurofisiológicas benéficas no SNAC. Essas mudanças, ocorridas em resposta a experiências sensoriais, manifestam-se por meio de uma melhora na sincronia neural, e/ou por uma diferenciação e reorganização da especificidade das células nervosas, e/ou por um aumento do número de neurônios que respondem à informação sensorial (Fujioka et al., 2006; Tremblay, 2007), sendo essas mudanças fundamentadas na plasticidade do sistema nervoso central.

Como pudemos constatar, a melhora mais pronunciada na latência do que na amplitude do P300, em indivíduos submetidos a programas de estimulação auditiva, também foi encontrada em outros estudos, o que demonstra que a latência do P300, quando comparada à amplitude, é a medida mais sensível deste potencial às alterações neurofisiológicas ocorridas após programas de estimulação auditiva.

De acordo com Musiek et al. (2007), a plasticidade do SNAC é a base do sucesso do TA, e os PEA de longa latência, dentre eles o P300, são ferramentas úteis no monitoramento das mudanças no SNAC ocorridas após o TA, o que pôde ser confirmado pelos dados eletrofisiológicos encontrados no presente estudo.

---

Assim como em nosso estudo, no qual pudemos verificar a utilidade do P300 no monitoramento das mudanças ocorridas no SNAC após o TA, diversos outros estudos atuais também demonstram que os potenciais evocados podem ser utilizados no monitoramento de mudanças no SNAC resultantes de estimulação auditiva (Tremblay et al., 1997; Menning et al.; 2000; Jirsa, 2002; Zalcman, 2007; Schochat et al., no prelo).

Observando-se as Tabelas 6 e 7, podemos notar que não houve diferenças estatisticamente significantes nas médias dos valores de latência (Tabela 6) e de amplitude (Tabela 7) no GC, quando comparadas a avaliação eletrofisiológica inicial à avaliação eletrofisiológica final, sendo o valor da média de latência de 340,38 ms na avaliação inicial, e de 342,5 ms na avaliação final, e o valor da média de amplitude de 9,09  $\mu$ V na avaliação inicial, e de 9,38  $\mu$ V na avaliação final. Por meio desses dados, podemos constatar que não ocorreram mudanças significantes nas respostas eletrofisiológicas de sujeitos que não foram submetidos a qualquer programa de estimulação auditiva.

Tais dados concordam com os resultados do estudo realizado por Jirsa (1992), no qual não foram encontradas diferenças entre os valores de latência e de amplitude de duas avaliações do P300 realizadas em crianças com desenvolvimento típico. No estudo de Jirsa, as duas gravações do PEA de longa latência foram realizadas com um intervalo de 14 semanas, sendo que, durante esse período as crianças não foram submetidas a qualquer programa de estimulação auditiva. Os dados encontrados no nosso estudo, que concordam com os resultados descritos por Jirsa (1992), demonstram a

---

estabilidade do P300 intra-sujeito, e sugerem que este potencial eletrofisiológico pode ser considerado como um bom valor diagnóstico.

No presente estudo, quando comparados os valores das latências dos dois grupos de sujeitos (GE e GC) na avaliação eletrofisiológica inicial (Tabela 8), notamos que o GE apresentou maiores médias de latência do P300 do que o GC, sendo essa diferença estatisticamente significativa. O valor da média de latência do GE foi de 382,66 ms, enquanto do GC foi de 340,38 ms, na avaliação inicial. Tais dados demonstram que as crianças com TPA(C) apresentaram piores respostas eletrofisiológicas do que as crianças sem TPA(C), sendo essa diferença estatisticamente significativa.

Observando-se a Tabela 9, verificamos que, quando os valores da média das amplitudes do P300 foram comparados entre o GE e o GC na avaliação eletrofisiológica inicial, houve diferença estatisticamente significativa, sendo a média das amplitudes do GE (5,50  $\mu$ V) menor do que a média do GC (9,09  $\mu$ V). Dessa forma, podemos constatar que as respostas eletrofisiológicas das crianças com TPA(C) foram piores do que as respostas eletrofisiológicas das crianças sem TPA(C), na avaliação eletrofisiológica inicial.

As diferenças estatisticamente significantes encontradas nas médias dos valores de latência e amplitude do P300 entre o GE e o GC, na primeira avaliação eletrofisiológica, evidenciam uma diferença entre os grupos, a qual, muito provavelmente, está relacionada ao TPA(C) do GE. A pior resposta eletrofisiológica de crianças com TPA(C) pode evidenciar uma pior sincronia

---

neural, ou seja, as crianças sem TPA(C) apresentam melhor sincronia neural do que as crianças com TPA(C).

Em estudo realizado por Jirsa e Clontz (1990) com crianças com e sem TPA(C), foram encontrados, assim como em nosso estudo, valores de latências maiores e de amplitudes menores do P300 no grupo de crianças com TPA(C), quando comparado ao grupo de crianças sem TPA(C). No nosso estudo, foram utilizados parâmetros de gravação do P300 bastante similares aos utilizados no estudo de Jirsa e Clontz (1990), e a faixa etária das crianças do presente estudo também foi correspondente à idade dos sujeitos avaliados pelos autores. Os autores relacionaram o maior valor de latência às dificuldades no processamento da informação auditiva e na discriminação auditiva, enquanto que os menores valores de amplitude à deficiência da atenção nas crianças com TPA(C). Acreditamos que essa relação também esteja presente no nosso estudo.

Aquino et al. (2000) também encontraram valores maiores de latência do P300 em três crianças com TPA(C) associado à dificuldade de aprendizagem, quando comparadas a 11 crianças com desenvolvimento típico. Diferentemente do nosso estudo, no estudo de Aquino et al. (2000), não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes nos valores de amplitude entre os dois grupos de sujeitos, o que pode estar relacionado à discrepância entre o número de sujeitos avaliados, uma vez que, em nosso estudo, foram avaliados 29 sujeitos com TPA(C), enquanto que, no estudo de Aquino et al. (2000), foram avaliados apenas três sujeitos com TPA(C).



---

Quando comparados os valores das latências dos dois grupos de sujeitos (GE e GC) na avaliação eletrofisiológica final (Tabela 8), podemos notar que o GE apresentou valores médios de latência do P300 discretamente maiores do que o GC, não havendo significância estatística nessa comparação. O valor da média de latência do GE foi de 351,21 ms, e do GC foi de 342,5 ms, na avaliação eletrofisiológica final. Por meio dessa comparação, constatamos que as crianças com TPA(C) apresentaram maiores latências do que as crianças sem TPA(C). No entanto, essa diferença não foi significativa, ou seja, após o TA, as crianças com TPA(C) passaram a apresentar respostas eletrofisiológicas similares às crianças sem TPA(C).

Na comparação entre as médias dos valores de amplitude do P300 nos dois grupos de sujeitos na avaliação final (Tabela 9), notamos que a diferença manteve-se estatisticamente significativa, mas os valores absolutos mostraram uma diferença menor. O GE continuou apresentando valores médios de amplitude menores do que o GC, sendo o valor da média de amplitude do GE de 6,74  $\mu$ V, e do GC de 9,38  $\mu$ V. Assim, constatamos que, após o TA, as crianças com TPA(C) continuaram apresentando piores respostas eletrofisiológicas, quando comparadas às respostas das crianças sem TPA(C), porém, essa diferença foi ligeiramente menor, se comparada à diferença evidenciada na comparação da amplitude dos dois grupos de sujeitos na avaliação eletrofisiológica inicial.

Talvez, se o TA tivesse tido mais do que oito sessões, e/ou se tivéssemos aguardado mais tempo entre o término do TA e a reavaliação

eletrofisiológica, as novas redes neurais desenvolvidas pelo TA poderiam ser mais fortalecidas e teríamos encontrado valores de amplitude similares entre os dois grupos de sujeitos na segunda avaliação eletrofisiológica.

Um outro possível motivo da diferença estatisticamente significativa da amplitude entre os dois grupos de sujeitos, na avaliação eletrofisiológica final, pode ser o número de crianças avaliadas. Na segunda avaliação eletrofisiológica, o GE foi composto de 29 crianças e o GC foi composto por apenas 14 indivíduos. Talvez, essa discrepância entre o número de sujeitos dos dois grupos estudados tenha influenciado os resultados da segunda avaliação eletrofisiológica.

Por meio desses dados, podemos notar que, na avaliação eletrofisiológica final, os sujeitos com TPA(C) passaram a apresentar respostas eletrofisiológicas de longa latência similares aos sujeitos sem TPA(C). Dessa forma, podemos constatar que houve melhora da sincronia neural, após o TA, nos sujeitos do GE, e houve manutenção das respostas eletrofisiológicas dos sujeitos do GC na segunda avaliação, o que ocasionou uma maior proximidade nos valores de amplitude e, principalmente, de latência do P300 destes sujeitos, sendo que tais dados sugerem que, após o TA, o funcionamento neurofisiológico das crianças diagnosticadas inicialmente com TPA(C) passou a ser similar ao das crianças sem TPA(C).

### 6.3. Considerações Finais

A análise dos resultados deste estudo comprova que o TA ocasiona mudanças neurofisiológicas benéficas no SNAC, as quais puderam ser verificadas por meio do PEA de longa latência P300. Além das modificações neurofisiológicas, neste estudo, também se pôde comprovar que o TA foi capaz de melhorar as habilidades auditivas dos sujeitos com TPA(C).

Por meio da comparação dos achados dos PEA de longa latência entre os dois grupos de sujeitos, pudemos comprovar que os sujeitos com TPA(C) apresentam piores respostas eletrofisiológicas, quando comparados aos sujeitos sem TPA(C), o que caracteriza diferenças neurofisiológicas entre os dois grupos de crianças.

Dessa forma, acreditamos que a avaliação eletrofisiológica da audição, juntamente com a avaliação comportamental, deve ser utilizada no diagnóstico e no monitoramento da reabilitação auditiva dos sujeitos com TPA(C). A união dos dados comportamentais e dos dados obtidos por meio dos PEA, principalmente os potenciais de longa latência, pode trazer informações importantes e precisas a respeito do funcionamento neurofisiológico de indivíduos com TPA(C), assim como das mudanças ocorridas no sistema nervoso central, após a realização de programas de reabilitação auditiva com estes sujeitos.

Cabe ressaltar que os achados deste estudo devem ser utilizados e confirmados em pesquisas futuras por meio da utilização de diferentes potenciais eletrofisiológicos e de diferentes tipos de TA, para que possamos

conhecer as formas de diagnóstico e de reabilitação mais eficientes para o TPA(C).

Outra questão importante a ser ressaltada é a percepção dos pacientes e dos responsáveis frente ao TA. Durante a coleta de dados, pudemos contatar que a grande maioria dos pais e/ou responsáveis pelos sujeitos do GE relataram melhora das crianças em tarefas diárias e, principalmente, melhora do desempenho escolar. Dessa forma, seria de extrema importância a criação de um questionário para avaliar a percepção dos sujeitos, dos pais e/ou responsáveis e dos educadores dos indivíduos com TPA(C) submetidos ao TA, a fim de se quantificar os benefícios obtidos após programa de estimulação auditiva.

**CONCLUSÕES**

---

## 7. CONCLUSÕES

De forma geral, neste estudo, verificou-se que o P300 é uma ferramenta útil no diagnóstico de crianças com TPA(C) e no monitoramento das alterações ocorridas no SNAC destas crianças, após serem submetidas a um programa de TA em cabina acústica.

Baseados na análise dos resultados, obtivemos as seguintes conclusões:

- Na comparação entre o GE e o GC na avaliação inicial, houve diferença estatisticamente significativa, tanto na avaliação comportamental do processamento auditivo (central), quanto nas medidas de latência e amplitude do P300, entre os dois grupos de sujeitos, o que caracterizou as amostras.

- O programa de TA em cabina acústica foi eficaz na melhora do desempenho das habilidades auditivas do processamento auditivo (central), pois houve melhora significativa do GE na segunda avaliação comportamental. Esta melhora também pôde ser visualizada na diminuição significativa da latência do P300 após o TA.

- Não houve diferença estatisticamente significativa nos valores de latência e amplitude do P300 do GC, entre a primeira e a segunda avaliação eletrofisiológicas, o que sugere estabilidade deste potencial.

- Na comparação entre o GE e o GC na segunda avaliação eletrofisiológica, o GE apresentou valores de amplitude e de latência do P300 mais próximos aos do GC do que na avaliação eletrofisiológica inicial, sugerindo um aumento da sincronia e das conexões neurais no GE em decorrência do TA,

e uma maior proximidade da resposta eletrofisiológica dos dois grupos de sujeitos.

- Após o TA, o GE passou a apresentar performance similar (ou até mesmo melhor) do que o GC nos testes da avaliação do processamento auditivo (central).

***ANEXOS***

---



## ANEXO A


**APROVAÇÃO**

A 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, em sessão de 09.08.06 **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa n ° **707/06**, intitulado: **"P300 e treinamento auditivo em indivíduos portadores de distúrbio de processamento auditivo"** apresentado pelo Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional.

Pesquisador(a) Responsável: Dr(a): Eliane Schochat

Pesquisador(a) Executante: Sr(a): Renata Alonso

CAPPesq, 09 de agosto de 2006.

  
**PROF. DR. EUCLIDES AYRES DE CASTILHO**  
Presidente da Comissão de Ética para Análise  
de Projetos de Pesquisa

**ANEXO B****Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo****TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: P300 EM INDIVÍDUOS PORTADORES DE TRANSTORNO DE PROCESSAMENTO AUDITIVO SUBMETIDOS AO TREINAMENTO AUDITIVO****Pesquisadora:** Renata Alonso **Telefone para contato:** 81558277

Os objetivos desse trabalho são comparar as medidas do P300 auditivo de crianças normais com as de crianças portadores de Transtorno de Processamento Auditivo (TPA) e também verificar se, após a realização de Treinamento Auditivo (TA) nas crianças com TPA, haverá mudanças na latência, na amplitude e/ou na morfologia das ondas obtidas anteriormente ao TA.

Para a realização da pesquisa será feito um questionário sobre as condições auditivas e de saúde do paciente, seguido de alguns exames audiológicos, cujos objetivos encontram-se descritos abaixo e que não causam dor, desconforto, traumatismos ou efeitos colaterais.

-Otoscopia: verificar se há excesso de cera ou algum objeto dentro da orelha, que prejudique a realização do exame;

-Avaliação do Reflexo Acústico: verificar a transmissão do som pelo sistema tímpano-ossicular;

-Avaliação Audiométrica: verificar quanto o paciente ouve;

-Avaliação Eletrofisiológica:

- Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico (BERA): verificar integridade das vias auditivas;
- Potencial de Longa Latência P300: verificar a amplitude e latência da onda P300.

Os sujeitos que participarem desta pesquisa terão o direito de acesso às informações obtidas, no momento em que acharem oportuno. Da mesma forma, quaisquer dúvidas serão prontamente esclarecidas.

A pesquisadora compromete-se a manter os dados obtidos em sigilo no decorrer da pesquisa e após o término da mesma, a fim de proporcionar a privacidade aos pacientes envolvidos.

**TERMO DE CONSENTIMENTO**

1. NOME DO PACIENTE:.....  
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:...../...../.....

---

ASSINATURA DO RESPONSÁVEL

---

**ANEXO C**



Universidade de São Paulo  
Faculdade de Medicina

Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional  
Serviço de Audiologia

**Avaliação do Processamento Auditivo (1)**

Nome:  
Data do exame:

Idade:  
Examinadora:  
*Audicômetro*

**1. Avaliação Simplificada**

**a) Habilidade de Localização Sonora:**

	Lateral direita	Lateral esquerda	Frente	Atrás	Em cima
sim					
não					
Acertos:	5/5 ( )	4/5 ( )	3/5 ( )	2/5 ( )	1/5 ( )
	Dentro da Normalidade		Alterado		

**b) Habilidade de Memória Seqüencial para Sons Não Verbais**

	Guizo	Sino	Coco	Agogô	Sim	Não
Guizo						
Sino						
Agogô						
Acertos:	3/3 ( )	2/3 ( )		1/3 ( )		
	Dentro da Normalidade		Alterado			

**c) Habilidade de Memória Seqüencial para Sons Verbais**

	PA TA CA	TA CA PA	CA TA PA
sim			
não			
Acertos:	3/3 ( )	2/3 ( )	1/3 ( )
	Dentro da Normalidade		Alterado

**2. Teste PSI-MCI ( ) ou SSI ( ): Habilidade de Figura-Fundo Auditivo e associação estímulo auditivo-visual**

	s/r	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	% acertos	Normalidade
OD	0												80%
	-10												70%
	-15												60%
OE	0												80%
	-10												70%
	-15												60%
Resultado:	OD s/r:	Normal ( )										Alterado ( )	
	OE s/r:	Normal ( )										Alterado ( )	

**3. Teste de Fala com Ruído (s/r = + 20 dB): Habilidade de Fechamento Auditivo:**

OD				OE			
1. Til	11. Nu	21. Cão	1. Chá	11. Pus	21. Rir		
2. Jaz	12. Lhe	22. Tom	2. Dor	12. Nha	22. Cão		
3. Rol	13. Cal	23. Sies	3. Mil	13. Sul	23. Ler		
4. Pus	14. Mil	24. Ler	4. Tom	14. Jaz	24. Vai		
5. Faz	15. Tem	25. Sul	5. Zum	15. Rol	25. Seis		
6. Gim	16. Dil		6. Mel	16. Tem			
7. Rir	17. Dor	%acertos:	7. Til	17. Faz	%acertos:		
8. Boi	18. Chá		8. Gim	18. Lhe			
9. Vai	19. Zum		9. Dil	19. Boi			
10. Mel	20. Nha		10. Nu	20. Cal			
Resultado:	1ª orelha:	Normal ( ) ≥ 68%		Alterado ( ) ≤ 64%			
	2ª orelha:	Normal ( ) ≥ 70%		Alterado ( ) ≤ 68%			

## ANEXO C (continuação)

## 4. Teste Dicótico Não Verbal de Escuta Direcionada: Habilidade de Figura-Fundo para Sons Não Linguísticos

Atenção Livre		Atenção para Direita		Atenção para Esquerda	
OE	OD	OE	OD	OE	OD
1. Cachorro	Galo	Cachorro	Galo	Cachorro	Galo
2. Igreja	Chuva	Igreja	Chuva	Igreja	Chuva
3. Gato	Cachorro	Gato	Cachorro	Gato	Cachorro
4. Porta	Chuva	Porta	Chuva	Porta	Chuva
5. Gato	Galo	Gato	Galo	Gato	Galo
6. Chuva	Porta	Chuva	Porta	Chuva	Porta
7. Galo	Gato	Galo	Gato	Galo	Gato
8. Igreja	Porta	Igreja	Porta	Igreja	Porta
9. Galo	Cachorro	Galo	Cachorro	Galo	Cachorro
10. Porta	Igreja	Porta	Igreja	Porta	Igreja
11. Cachorro	Gato	Cachorro	Gato	Cachorro	Gato
12. Chuva	Igreja	Chuva	Igreja	Chuva	Igreja
Acertos OE:	Acertos OD:	Acertos OE:	Acertos OD:	Acertos OE:	Acertos OD:
Normalidade: de 5 a 7 cada orelha		Normal ( ) ≥ 11 acertos em OD		Normal ( ) ≥ 11 acertos em OE	
Preferência:		Alterado ( ) ≤ 10 acertos em OD		Alterado ( ) ≤ 10 acertos em OE	

## 5. Teste Dicótico de Dissílabos Alternados (SSW): Habilidade de Figura-Fundo para Sons Linguísticos

	A	B	C	D	ERRO	E	F	G	H	ERRO
	DNC	DC	EC	ENC		ENC	EC	DC	DNC	
1	bota	fora	pega	fogo		2	noite	negra	sala	clara
3	cara	velha	roupa	suja		4	minha	nora	nossa	filha
5	água	limpa	tarde	fresca		6	vaga	lume	mori	bundo
7	joga	fora	chuta	bola		8	cerca	viva	milho	verdê
9	ponto	morto	vento	fraco		10	bola	grande	rosa	murcha
11	porta	lápiz	bela	jóia		12	ovo	mole	peixe	fresco
13	rapa	tudo	cara	dura		14	caixa	alta	braço	forte
15	malha	grossa	caldo	quente		16	queijo	podre	figo	seco
17	boa	pinta	muito	prosa		18	grande	venda	outra	poisa
19	faixa	branca	pele	preta		20	porta	mala	uma	luva
21	vila	rica	ama	velha		22	lua	nova	taça	cheia
23	gente	grande	vida	boa		24	entre	logo	bela	vista
25	contra	bando	homem	baixo		26	auto	móvel	não me	peça
27	Poço	raso	prato	fundo		28	sono	calmo	pena	leve
29	pera	dura	coco	doce		30	folha	verde	mosca	morta
31	padre	nosso	dia	santo		32	meio	A meio	lindo	dia
33	leite	branco	sopa	quente		34	cala	frio	bate	boca
35	quinze	dias	oito	anos		36	sobre	tudo	nosso	nome
37	queda	livre	copo	d' água		38	desde	quando	hoje	cedo
39	lava	louça	guarda	roupa		40	vira	volta	meia	lata
erros										

## 1. Total de erros

OD	A	B	C	D
OE	H	G	F	E
	DNC =	DC =	EC =	ENC =
% de erros (X 2,5):				
% de acertos:				
Resultado: Normal		( )	( )	
Alterado		( )	( )	

2. Efeito de Orelha		3. Efeito de Ordem		4. Inversões:	5. Padrão Tipo A <sup>1</sup> (> n° de erros B ou F)
OD (ABCD)	OE (EFGH)	ABEF (1 <sup>as</sup> )	CDGH (2 <sup>as</sup> )		
Total:		Total:		Total:	Total:
Normal ( )		Normal ( )		Normal ( )	Normal ( )
Alterado ( )		Alterado ( )		Alterado ( )	Alterado ( )

**ANEXO D**

NOME: \_\_\_\_\_  
D.N.: \_\_\_\_\_ IDADE: \_\_\_\_\_

**ATIVIDADES PARA SEREM REALIZADAS EM CASA**

1. Contar uma mesma história para a criança por três dias consecutivos, no primeiro dia ocluindo a orelha direita da criança com algodão, no segundo dia ocluindo a orelha esquerda e no terceiro dia deixando ambas orelhas livres. Ao final, pedir para ela reproduzir a história. Recomeçar o processo com nova história.
2. Contar uma história para a criança após instruí-la a levantar a mão sempre que ouvir determinada palavra (escolher uma palavra que apareça várias vezes na história).
3. Contar uma história, fazendo uma pausa de alguns segundos a cada trecho com significado para que a criança faça uma representação gráfica referente ao mesmo. Ao final, a criança deverá recontar a história com base nestas representações gráficas.
4. Escolher um tema, como por exemplo frutas, peças de vestuário, animais etc., e trabalhar com a criança da seguinte forma: o adulto diz maçã (caso o tema escolhido tenha sido *frutas*), a criança diz maçã/laranja, o adulto diz maçã/laranja/abacaxi, a criança diz maçã/laranja /abacaxi/mamão e assim por diante.
5. Dar ordens, aumentando progressivamente a complexidade das mesmas de acordo com o desempenho da criança. Exemplo: pedir para a criança pegar o lápis que está sobre a mesa/ pedir para a criança pegar o copo que está no armário e colocá-lo sobre a mesa/ pedir para a criança pegar a blusa que está sobre a cama, colocá-la em uma sacola e levar esta até a sala. As ordens só deverão se tornar mais complexas quando a criança estiver executando com facilidade ordens mais simples.
6. Colocar uma música desconhecida pela criança e interrompê-la após um pequeno trecho para que esta reproduza a letra. Fazer isto até o final da música. Começar com músicas interpretadas por um só cantor, passar para músicas interpretadas por duplas e só então apresentar músicas interpretadas por grupos.
7. Escolher um som grave e outro agudo do teclado e apresentá-los aos pares para a criança dizer se são iguais ou diferentes (alternar as sequências grave/grave, grave/agudo, agudo/grave e agudo/agudo). Quando a criança não apresentar dificuldades nesta etapa, deverá dizer a ordem em que os sons foram produzidos (alternar as sequências grave/agudo e agudo/grave, mas nunca apresentar dois tons iguais, ou seja, grave/grave ou agudo/agudo). Quando o desempenho da criança estiver satisfatório, aumentar o número de tons para três (alternar as sequências grave/grave/agudo, grave/agudo/agudo, grave/agudo/grave, agudo/agudo/grave, agudo/grave/grave, agudo/grave/agudo, mas não apresentar sequências de tons iguais, ou seja, grave/grave/grave e agudo/agudo/agudo).
8. Escolher um som longo e outro curto do teclado e apresentá-los aos pares para a criança dizer se são iguais ou diferentes (alternar as sequências longo/longo, longo/curto, curto/longo e curto/curto). Quando a criança não apresentar dificuldades nesta etapa, deverá dizer a ordem em que os sons foram produzidos (alternar as sequências longo/curto e curto/longo, mas nunca apresentar dois tons iguais, ou seja, longo/longo ou curto/curto). Quando o desempenho da criança estiver satisfatório, aumentar o número de tons para três (alternar as sequências longo/longo/curto, longo/curto/longo, curto/curto/longo, curto/longo/longo, curto/longo/curto, mas não apresentar sequências de tons iguais, ou seja, longo/longo/longo e curto/curto/curto).

## ANEXO E

Comparação das medidas descritivas de latência entre as orelhas em ambos os grupos de sujeitos.

Latência	Grupo Estudo				Grupo Controle			
	Inicial		Final		Inicial		Final	
	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE
Média	359,83	356,58	352,36	344,97	343,86	336,9	348,86	336,14
Mediana	347	356	340	342	358	340	349	339
Desvio Padrão	43,48	39,84	51,35	33,85	45,49	38,53	53,41	40,29
CV	12,1%	11,2%	14,6%	9,8%	13,2%	11,4%	15,3%	12,0%
Q1	329,5	322	319,5	332	302	310	326	316
Q3	383	380	383,5	354	374	366	372	352
N	29	29	29	29	29	29	14	14
IC	17,39	15,94	19,02	12,32	16,56	14,02	27,97	21,10
p-valor	0,762		0,537		0,361		0,340	

Comparação das medidas descritivas de amplitude entre as orelhas em ambos os grupos de sujeitos.

Amplitude	Grupo Estudo				Grupo Controle			
	Inicial		Final		Inicial		Final	
	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE
Média	6,66	6,63	6,94	6,78	8,22	9,97	8,50	10,26
Mediana	5,17	5,48	5,285	5,73	7,8	9,44	8,31	9,63
Desvio Padrão	4,40	4,02	5,01	4,13	4,25	6,70	4,56	4,80
CV	66,1%	60,6%	72,2%	61,0%	51,7%	67,2%	53,6%	46,7%
Q1	3,61	3,94	3,64	3,86	4,04	5,65	4,26	6,15
Q3	8,59	7,25	9,185	10,03	11,62	12,91	11,51	14,20
N	29	29	29	29	29	29	14	14
IC	1,76	1,61	1,86	1,50	1,55	2,44	2,39	2,51
p-valor	0,614		0,716		0,387		0,198	

## ANEXO F

Comparação dos resultados comportamentais entre as orelhas, na avaliação inicial e na avaliação final do Grupo Estudo.

Grupo Estudo		Média	Mediana	Desvio Padrão	CV	Q1	Q3	N	IC	p-valor
PSI Inicial	OD	66,9%	70,0%	20,4%	30,5%	50,0%	80,0%	29	7,4%	0,623
	OE	65,5%	70,0%	15,0%	22,9%	50,0%	80,0%	29	5,5%	
PSI Final	OD	88,3%	90,0%	13,6%	15,5%	80,0%	100%	29	5,0%	0,164
	OE	84,5%	90,0%	12,4%	14,7%	80,0%	90,0%	29	4,5%	
Fala c/ Ruído Inicial	OD	68,4%	68,0%	11,6%	16,9%	64,0%	76,0%	29	4,2%	0,566
	OE	69,1%	68,0%	10,0%	14,5%	64,0%	76,0%	29	3,7%	
Fala c/ Ruído Final	OD	78,5%	80,0%	7,0%	8,9%	76,0%	84,0%	29	2,5%	0,094
	OE	81,7%	80,0%	6,8%	8,3%	76,0%	84,0%	29	2,5%	
Dicótico NV Inicial	OD	8,62	9	2,35	27,3%	8	10	29	0,86	0,877
	OE	8,62	9	2,72	31,5%	6	11	29	0,99	
Dicótico NV Final	OD	10,97	12	1,68	15,3%	11	12	29	0,61	0,635
	OE	10,90	12	1,90	17,4%	11	12	29	0,69	
SSW Inicial	OD	75,6%	75,0%	11,0%	14,6%	67,5%	82,5%	29	4,0%	0,002
	OE	68,4%	70,0%	12,0%	17,5%	62,5%	75,0%	29	4,4%	
SSW Final	OD	90,4%	92,5%	10,7%	11,8%	87,5%	97,5%	29	3,9%	0,150
	OE	87,9%	92,5%	11,4%	13,0%	87,5%	92,5%	29	4,1%	

Comparação dos resultados comportamentais entre as orelhas, na avaliação do Grupo Controle.

Grupo Controle	PSI		Fala c/ Ruído		Dicótico NV		SSW	
	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE
Média	81,4%	74,4%	75,1%	79,7%	11,45	11,72	96,2%	94,1%
Mediana	80,0%	80,0%	72,0%	80,0%	11	12	97,5%	95,0%
Desvio Padrão	14,1%	18,0%	7,3%	8,0%	0,51	0,45	3,2%	3,3%
CV	17,3%	24,1%	9,7%	10,1%	4,4%	3,9%	3,3%	3,5%
Q1	70,0%	60,0%	72,0%	72,0%	11	11	95,0%	92,0%
Q3	90,0%	90,0%	76,0%	88,0%	12	12	100%	97,5%
N	29	29	29	29	29	29	29	29
IC	5,1%	6,5%	2,6%	2,9%	0,18	0,17	1,2%	1,2%
p-valor	0,054		0,066		0,072		0,007	

## ***REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS***

---



## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allun-Mecklenburg DJ, Babighian G. Cochlear implant performance as an indicator of auditory plasticity in humans. In: Salvi RJ, Henderson D, Fiorino F, Colletti V. *Auditory System Plasticity and Regeneration*, Thieme, 1996.

Almeida CIR, Campos MI, Almeida RR. Logaudiometria Pediátrica (PSI). Pediatric speech intelligibility test. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 1988; 54: 73-6.

American National Standards Institute. *Specification of audiometers*. New York; ANSI; 1969.

American National Standards Institute. *Specification for instruments to measure aural acoustic impedance and admittance*. New York: ANSI; 1987.

American National Standards Institute. *Specification of audiometers*. New York; ANSI; S 3.6; 1989.

American National Standards Institute. *Maximum permissible ambient noise for audiometric testing*. New York; ANSI; 1991.

American National Standards Institute. *ANSI*. New York; 1992.

---

American National Standards Institute. *ANSI*. New York; 1996.

Aquino AM, Bardão R, Barbosa MM, Colafêmina JF, Gonçalves AS, Casagrande-Souza VM. O potencial endógeno nos distúrbios de atenção e memória auditiva. *Rev Bras de Otorrinolaringol*. 2000; 66: 225-30.

Bamford J. Auditory training - GAT is it, what is it supposed to do and does it do it? *Br J Audiol*. 1981; 15:75-8.

Baran JA, Musiek FE. Behavioral assessment of central auditory nervous system. In: Rintelmann WF. *Hearing Assessment*. Austin; Pro-Ed; 1991.

Beck CS, Calichman F, Gandra LPF, Machado AH, Pereira LD. Estimulação do processamento auditivo central em escolares de sete a 10 anos de idade. *Pró-Fono*. 1996; 8(2): 45-50.

Bellis TJ. Historical foundations and the nature of (Central) Auditory Processing Disorder. In: Musiek FE, Chermak GD. *Handbook of (Central) Auditory Processing Disorder*. Plural Publishing; 2007.

Borges ACLC. Adaptação do teste SSW para a língua portuguesa. Nota preliminar. *Acta AWHO*. 1986; 5(1): 38-40.

---

Câmara CC. Testes de escuta dicótica de dissílabos em crianças com e sem evidências de problemas escolares e/ou alteração das habilidades auditivas. [dissertação]. São Paulo: Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo; 1998.

Carvallo RMM et al. Auditory profile in individuals with and without CAPD. In: 12<sup>th</sup> Annual Convention and Exposition of The American Academy of Audiology; 2000; Chicago, USA. *Anais*. 2000; Chicago.

Chermak GD, Musiek FE. Auditory Training: Principles and approaches for remediating and managing Auditory Processing Disorders. *Semin Hear*. 2002, 23(4): 297-308.

Chermak GD, Musiek FE. Managing central auditory processing disorders in children and youth. *Am J Audiol*. 1992; 61-6.

Cone-Wesson B, Wunderlich J. Auditory Evoked Potentials from the cortex: audiology applications. *Curr Opin Otolaryngo Head Neck Surg*. 2003; 11(5): 372-77.

Finley WW, Faux SF, Hutcheson J, Amstutz L. Long-latency event-related potentials in the evaluation of cognitive function in children. *Neurology*. 1985; 35: 323-7.

---

Flabiano FC, Leite RA, Matas CG. Audiometrias de tronco encefálico em adultos audiologicamente normais: comparação das latências absolutas das ondas I, III e V, interpicos I-III, III-V, I-V, amplitude das ondas I, II e V e a relação da amplitude V/I obtidas em equipamentos diferentes. *Acta AWHO*. 2002.

Fujioka T, Ross B, Kakigi R, Pantev C, Trainor C. One year of musical training affects development of Auditory Cortical-evoked fields in young children. *Brain*. 2006;129(10): 2593-608.

Gil D. *Treinamento auditivo formal em adultos com deficiência auditiva*. [tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2006.

Gil D, Almeida CC, Artoni NA, Pereira LD. Efeito do treinamento auditivo para percepção musical nos testes de frequência e duração. *Acta AWHO*. 2000; 19(2): 64-7.

Gilbert CD. Learning and receptive field plasticity. *Proc Natl Acad Sci*. 1996; 93: 10546-47.

Goodin DS, Aminoff MJ. The relationship between the evoked potentials and brain events in sensory discrimination and motor response. *Brain*. 1984; 107:241-51.

---

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

Graffman J. Conceptualizing functional neuroplasticity. *J Commun Disord.* 2000; 33: 346-56.

Hall JW, Johnson K. Eletroacoustic and eletrophysiologic auditory measures in the assessment of (Central) Auditory Processing Disorder. In: Musiek FE, Chermak GD. *Handbook of (Central) Auditory Processing Disorder.* Plural Publishing; 2007.

Hayes EA, Warriar CN, Nicol TG, Zecker SG, Kraus N. Neural plasticity following Auditory Training in children with learning problems. *Clin Neurophysiol.* 2003; 114: 673-84.

Hirayasu Y, Samura M, Ohta H, Ogura C. Sex effects on rate of change of P300 latency with age. *Clin Neurophysiol.* 2000; 111: 187-94.

Hood LJ. A review of objective methods of evaluating auditory neural pathways. *The American Laryngological, Rhinological & Otological Society.* 1999; 109(11):1745-8.

---

Howard L, Polich J. P300 latency and memory span development. *Developmental Psychology*. 1985; 21(2): 283-9.

International Electrotechnical Commission. Standard for audiometers. IEC; 1992.

Jepsen O. The threshold of the reflexes of intratimpanic muscles in a normal material examined by means of the impedance method. *Acta Otolaryng*. 1951.

Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaring*. 1970.

Jerger J, Musiek FE. Report of the consensus conference on the diagnosis of Auditory Processing Disorders in school-aged children. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2000; 11: 467-74.

Jerger J, Speaks C, Trammell J. A new approach to speech audiometry. *J Speech Hear Disord*. 1968.

Jirsa RE. Clinical efficacy of eletrophysiologic measures in APD management programs. *Semin Hear*. 2002; 23(4):349-55.

Jirsa RE. The clinical utility of the P3 AERP in children with auditory processing disorders. *J Speech Hear Res*. 1992; 35: 903-12.

---

Jirsa RE, Clontz KB. Long Latency Auditory Event-Related Potentials from children with Auditory Processing Disorders. *Electrophysiologic Techniques in Audiology and Otology*. 1990; 11(3):222-232.

Junqueira CAO. *Investigação da Estabilidade Inter e Intra-examinador na Identificação do P300 Auditivo: Análise de Erros*. [dissertação]. Ribeirão Preto: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – USP; 2001.

Junqueira CAO, Frizzo ACF. Potenciais evocados auditivos de curta, média e longa latência. In: Aquino AMCM. *Processamento auditivo: eletrofisiologia e psicoacústica*. São Paulo: Lovise; 2002, 63-86.

Katz J, Basil RA, Smith JM. A staggered spondaic word test for detecting central auditory lesions. *An Otol Rhinol Laryngol*. 1963; 72: 908-17.

Kececi H, Degirmenci Y, Atakay S. Habituation and Dishabituation of P300. *Cognitive & Behavioral Neurology*. 2006; 19(3):130-4.

Kilpeläinen R, Partanen J, Karhu J. What does the P300 brain response measure in children? New insight from stimulus sequence studies. *Neuroreport*. 1999; 10(12):2625-30.

---

King AJ. Auditory perception: does practice make perfect? *Curr Biol.* 1999; 9: 143-6.

Kozlowski L, Wiemes GMR, Magni C, Silvia ALG. A efetividade do treinamento auditivo na desordem do processamento auditivo central: estudo de caso. *Rev Bras de Otorrinolaringol.* 2004; 70(3):427-32.

Kraus N, Mcgee TJ, Carrel TD, Zecker SG, Nicol TG, Koch DB. Auditory Neurophysiologic Responses and Discrimination Deficits in Children with Learning Problems. *Science.* 1996; 273:971-3.

Lauter JL. Central auditory processing. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 1999; 7(5):274-81.

Martin BA, Tremblay KL, Korczak F. Speech-evoked potentials: from the laboratory to the clinic. *Ear and Hear.* 2008; 29(3): 1-29.

Menning H, Roberts LE, Pantev C. Plastic changes in the auditory cortex induced by intensive frequency discrimination training. *Neuroreport.* 2000; 11(4):817-22.



Metz O. The acoustic impedance measured on normal and pathological ears: orientating studies on the applicability of impedance measurement in otological diagnosis. *Acta Otolaringol.* 1952.

Musiek FE, Chermak G. Three commonly asked question about central auditory processing disorders. *Management American Journal of Audiology.* 1995; 4:15-8.

Musiek FE, Chermak GD, Weihing J. Auditory Training. In: Musiek FE, Chermak GD. *Handbook of (Central) Auditory Processing Disorder*, Plural Publishing, 2007.

Musiek FE, Schochat E. Auditory Training and Central Auditory Processing Disorders. *Semin Hear.* 1998; 19(4): 357-66.

Musiek FE, Shinn JMS, Hare CMA. Plasticity, Auditory Training and Auditory Processing Disorders. *Semin Hear.* 2002; 23(4): 263-75.

Nittrouer S. Do temporal processing deficits cause phonological processing problems? *J Speech Hear Res.* 1999; 42: 925-42.

---

Ortiz KZ, Pereira LD. Teste dicótico não verbal de escuta direcionada. In: Pereira LD, Schochat E. *Processamento auditivo central: manual de avaliação*. São Paulo: Lovise; 1997; 49-60.

Pereira LD, Schochat E. *Manual de avaliação do processamento auditivo central*. São Paulo, Editora Lovise, 1997.

Polich J. P300 clinical utility and control of variability. *J Clinic Neurophysiol*. 1998; 15(1):14-33.

Polich J, Ladish C, Burns B. Normal variation of P300 in children: age, memory, span and head size. *International Journal of Psychophysiology*. 1990; 9: 237-48.

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

Ptok M, Blachnik P, Schönweiler R. Late auditory potentials in children with symptoms of auditory processing and perception disorders. *HNO*. 2004; 52(1):67-75.

---

Putter-Katz H, Said LA, Feldman I, Miran DB, Kushnir DM, Muchnik C, Hildesheimer M. Treatment and evaluation indices of Auditory Processing Disorder. *Semin Hear*. 2002; 23(4):357-64.

Ruth RA, Lambert PR. Auditory Evoked Potentials. *Otolaryngology Clinics of North America*. 1991; 24(2):349-70.

Santos TM, Russo IP. Logaudiometria. In: Santos TM, Russo IP. *A prática da audiologia clínica*. 4ª ed. São Paulo: Cortez; 1986; 81-98.

Scheich H. Auditory cortex: comparative aspects of maps and plasticity. *Current Opinion in Neurobiology*. 1991; 1; 236-47.

Schochat E, Carvalho LZ, Megale RL. Treinamento auditivo: avaliação da manutenção das habilidades. *Pró-fono*. 2002; 14(1): 93-8.

Schochat E, Musiek FE, Alonso R, Ogata J. The effects of Auditory Training on the middle latency response in children with APD. *Journal of the American Academy of Audiology*. In press.

Schwent VL, Hillyard SA, Galambos R. Selective attention and the auditory vertex potential. Effects of stimulus delivery rate. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1976; 40:604-14.

---

Squires NK, Squires KC, Hillyard SA. Two varieties of long-latency positive waves evoked by unpredictable auditory stimuli in man. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1975; 38:387-401.

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

Tallal P, Miller SL, Bedi G et al. Language comprehension in language learning impaired children improved with acoustically modified speech. *Science.* 1996; 271: 81-4.

Tremblay K. Training-related changes in the brain: evidence from human auditory-evoked potentials. *Semin Hear.* 2007;28(2):120-32.

Tremblay KL, Kraus N. Auditory Training induces asymmetrical changes in cortical neural activity. *J Speech Hear Res.* 2002; 45:564-72.

Tremblay K, Kraus N, Carrel TD, Mcgee T. Central auditory system plasticity: generalization to novel stimuli following listening training. *J Accoust Soc Am.* 1997; 102:3762-73.

---

Tremblay K, Kraus N, MacGee T. The time course of auditory perceptual learning: neurophysiological changes during speech-sound training. *Neuroreport*. 1998; 9(16): 3556-60.

Tremblay K, Kraus N, McGee T et al. Central Auditory Plasticity: changes in the N1-P2 Complex After Speech-sound Training. *Ear Hear*. 2001; 22:79-100.

Weinberger NM. Experience-dependent response plasticity in the auditory cortex: Issues, characteristics, mechanisms and functions. In: Parks TN, Rubel EW, Fay RR, Popper AN. *Plasticity of the auditory system*. New York, Ed Springer, 2004.

Zalcman TE. *Complexo N1-P2-N2 em indivíduos com transtorno de processamento auditivo submetidos ao treinamento auditivo*. [dissertação]. São Paulo, Universidade de São Paulo, 2007.

Zalcman TE, Schochat E. A eficácia do treinamento auditivo formal em indivíduos com transtorno de processamento auditivo. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*. 2007; 12(4): 310-14.

# Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

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

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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