



CAMILA COLUSSI MADRUGA

**PROCESSAMENTO AUDITIVO: AVALIAÇÃO
COMPORTAMENTAL E ELETROFISIOLÓGICA
DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM TDAH
PRÉ E PÓS TREINAMENTO AUDITIVO**

**Campinas
2014**



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Ciências Médicas

CAMILA COLUSSI MADRUGA

**PROCESSAMENTO AUDITIVO: AVALIAÇÃO COMPORTAMENTAL E
ELETROFISIOLÓGICA DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM TDAH PRÉ E
PÓS TREINAMENTO AUDITIVO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestra em Ciências, na Área de concentração Saúde da Criança e do Adolescente.

Orientadora: Maria Francisca Colella dos Santos

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA ALUNA CAMILA COLUSSI MADRUGA E ORIENTADA PELA PROFa. DRa. MARIA FRANCISCA COLELLA DOS SANTOS

Assinatura da Orientadora

Campinas
2014

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Ciências Médicas
Maristella Soares dos Santos - CRB 8/8402

M267p Madruga, Camila Colussi, 1986-
Processamento auditivo : avaliação comportamental e eletrofisiológica de crianças e adolescentes com TDAH pré e pós treinamento auditivo / Camila Colussi Madruga. -- Campinas, SP : [s.n.], 2014.

Orientador : Maria Francisca Colella dos Santos.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas.

1. Audição. 2. Potenciais evocados auditivos. 3. Transtorno do deficit de atenção com hiperatividade. I. Colella-Santos, Maria Francisca, 1963-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Auditory processing : behavioral and electrophysiological assessment in children with ADHD pre and post auditory training

Palavras-chave em inglês:

Hearing

Auditory evoked potencial

Attention deficit disorder with hyperactivity

Área de concentração: Saúde da Criança e do Adolescente

Titulação: Mestra em Ciências

Banca examinadora:

Maria Francisca Colella dos Santos [Orientador]

Ana Luíza Gomes Pinto Navas

Cíntia Alves Salgado Azoni

Data de defesa: 30-01-2014

Programa de Pós-Graduação: Saúde da Criança e do Adolescente

BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE MESTRADO

CAMILA COLUSSI MADRUGA

Orientador (a) PROF(A). DR(A). MARIA FRANCISCA COLELLA DOS SANTOS

MEMBROS:

1. PROF(A). DR(A). MARIA FRANCISCA COLELLA DOS SANTOS



2. PROF(A). DR(A). ANA LUÍZA GOMES PINTO NAVAS



3. PROF(A). DR(A). CÍNTIA ALVES SALGADO AZONI



Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas

Data: 30 de janeiro de 2014

NORMATIZAÇÃO ADOTADA

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

Normas, procedimentos e orientações para publicação de dissertações e teses da Faculdade de Ciências Médicas elaborado em 2008, segundo a deliberação CCPG n 228/2013 disponível em

http://www.fcm.unicamp.br/fcm/sites/default/files/normas_teses_-_2008.pdf .

RESUMO

A audição é fundamental na aquisição e desenvolvimento da linguagem. Com isso, a integridade auditiva é extremamente importante no sistema sensorial humano, contribuindo efetivamente para o processo ensino-aprendizagem. O déficit de processamento auditivo é um distúrbio que pode coexistir com outras doenças como o Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH). A avaliação do Processamento Auditivo (PA) pode ser realizada por meio de testes comportamentais e eletrofisiológicos, sendo que o P300 pode ser uma ferramenta útil no monitoramento das mudanças ocorridas no sistema nervoso auditivo central após o treinamento auditivo. O objetivo deste estudo foi analisar os resultados dos seguintes testes: dicótico não-verbal (TDNV), teste dicótico de dígitos (TDD), SSI em português, teste padrão de duração (TPD) e GIN, além dos testes eletrofisiológicos (PEATE e P300) de crianças e adolescentes com diagnóstico de TDAH pré e pós-treinamento auditivo. O grupo de estudo foi composto por 14 sujeitos com diagnóstico de TDAH realizado pelo DISAPRE/HC/UNICAMP, na faixa etária de oito a 14 anos. Desses, apenas seis realizaram treinamento auditivo e foram reavaliados em seguida. Os dados do grupo de estudo foram comparados com o grupo controle. Os resultados mostraram que as crianças e adolescentes com TDAH apresentaram diferenças estatisticamente significantes nos testes de processamento auditivo e no P300, quando comparados com o grupo controle. Na comparação do desempenho de crianças e adolescentes do grupo de estudo pré e pós-treinamento auditivo foram observadas mudanças estatisticamente significativas nos resultados dos testes TDD, SSI, TPD e GIN. Concluímos que há uma relação entre os sintomas apresentados pelos indivíduos com

TDAH e os resultados dos testes de PA e que após a realização do treinamento auditivo houve melhora nas habilidades auditivas avaliadas, sendo as medidas eletrofisiológicas um importante instrumento no monitoramento da terapia.

ABSTRACT

Listening is a key ability during the acquisition and development of language. With this, the auditory integrity is fundamental in human sensory system, effectively contributing to the teaching-learning process. The auditory processing deficit (APD) is a disorder that can coexist with other disorders such as Attention Deficit Disorder and Hyperactivity Disorder (ADHD). The assessment of the APD can be accomplished by means of behavioral and electrophysiological tests. In addition to that, the P300 can also be a useful tool in monitoring changes in the central auditory system after auditory training. The objective of this study was to analyze the results of nonverbal dichotic, dichotic digits, SSI in Portuguese, duration pattern, and GIN tests, in addition to electrophysiological tests (ABR and P300), of children diagnosed with ADHD, pre and post auditory training. The study group consisted of 14 subjects diagnosed with ADHD by DISAPRE / HC / UNICAMP, aged eight to 14 years. Among these, only six underwent auditory training and were then reassessed. The data of the study group were compared with the control group. The results showed that children with ADHD presented statistically significant differences in auditory processing and P300 when compared with the control group. In comparing the performance of children in the study group pre and post auditory training, statistically significant changes in test results were observed. We conclude that there is a relationship between ADHD and the results of the APD and that, after the hearing training, there was an improvement in hearing skills. In addition to that, electrophysiological measures proved to be an important tool for monitoring the therapy results.

SUMÁRIO

Resumo	ix
Abstract	xi
Lista de gráficos	xxi
Lista de tabelas	xxiii
Lista de figuras	xxv
Lista de abreviaturas e siglas	xxvii
1. Introdução.....	29
2. Objetivos.....	35
2.1 Objetivos Específicos	36
3. Revisão da Literatura	37
3.1 Audição	38
3.2 Processamento Auditivo.....	41
3.3 Potenciais Evocados Auditivos.....	56
3.4 Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH)	59
4. Metodologia	63
5. Resultados.....	75
6. Discussão	95
7. Conclusão.....	105
8. Referências Bibliográficas	107

9. Anexo	129
9.1 Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	130

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, José Carlos e Maria Madalena, pelo seu amor incondicional, por nunca ter medido esforços para poder estar sempre ao meu lado, por ter me mostrado os verdadeiros valores da vida e me ensinar, todos os dias, a ser uma pessoa melhor.

À minha querida irmã Carolina, por estar sempre ao meu lado, por todas as palavras de apoio, carinho e pela amizade.

Ao Daniel, por compartilhar todos os momentos de sua vida ao meu lado, pelo amor e por ter contribuído com sua sabedoria, paciência e incentivo para que esse sonho se realizasse.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas bênçãos que me concebeu e pelas grandes oportunidades que reservou à minha vida.

À Profa. Dra. Maria Francisca Colella dos Santos, por ter despertado em mim a paixão pelo Processamento Auditivo, por compartilhar seus conhecimentos brilhantemente, por todas as sugestões e palavras que contribuíram para que esse trabalho se concretizasse, e por ter sido muito mais que uma orientadora, mas um exemplo de força e superação. Sua atenção e carinho tornaram o caminho mais fácil.

À Profa. Dra. Ana Luiza P. G. P. Navas pelos comentários sábios que foram essenciais para a finalização do artigo e da dissertação e pela disponibilidade em estar presente na qualificação e na defesa.

À fonoaudióloga Dra. Cíntia Alves Salgado Azoni Salgado por toda parceria e apoio ao longo de todo caminho percorrido e à toda a equipe do Laboratório de Distúrbios de Aprendizagem do HC/UNICAMP, em especial, ao psicólogo Iuri Victor Capelatto, por tornarem possível a realização deste trabalho.

À Profa. Dra. Maria Cecília M. P. Lima, a Profa. Dra. Miriam Nagae e a Profa. Dra. Sthella Zanchetta por terem aceitado de modo tão carinhoso o convite para participarem da defesa como professoras suplentes.

À amiga Thais A. Diniz Hein pela amizade essencial em minha vida, por estar sempre disposta a me escutar e a dividir os momentos de felicidade, mas também por estar sempre ao meu lado nos momentos de angústia e dificuldades com palavras de incentivo e carinho.

À fonoaudióloga Nádia Giulian de Carvalho, que participou desta caminhada e acreditou que este desafio seria possível de vivê-lo.

Às fonoaudiólogas Letícia Reis Borges, Maria Isabel Amaral e Raquel Casalli pela amizade, troca de conhecimentos e disponibilidade na convocação dos pacientes, ajuda fundamental para a finalização dessa pesquisa.

Às fonoaudiólogas, Izabella Santos, Thalita Ubiali, pelos momentos de ajuda, matérias cursadas juntas na pós-graduação. E a Fga. Milaine que com tanta dedicação e carinho me ensinou um pouco mais sobre fonoaudiologia.

Ao estatístico Euro, que, com muita capacidade e disponibilidade, usou seus conhecimentos e fez um brilhante trabalho estatístico.

A todos os amigos e amigas, que de alguma forma colaboraram na realização deste trabalho. Em especial, Carla Duarte, Lívia Albrecht, Anelise Sabbag e ao Uirauna Caetano, pelo incentivo e ajuda na confecção de tabelas e gráficos. À Ligia Francisco pela prontidão em todos os momentos e em especial pela revisão de todo o texto.

Aos pacientes e seus pais, pessoas fundamentais neste estudo, sem os quais o conhecimento não seguiria em frente. O interesse em aprender é sempre com o intuito de proporcionar-lhes o melhor!

Por fim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para que este estudo acontecesse, meu eterno muito obrigada por me ajudarem a transformar um desejo em realidade.

Sem vocês nada seria possível...

Muito obrigada!

***“FOI O TEMPO QUE DEDICASTE À TUA ROSA
QUE FEZ TUA ROSA TÃO IMPORTANTE”***

(Antoine Saint Exupéri – “O Pequeno Príncipe”)

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Gráfico de dispersão com resultado do teste dicótico não verbal pré e pós-treinamento auditivo.....	85
Gráfico 2: Gráfico de dispersão com resultado do teste dicótico de dígitos pré e pós-treinamento auditivo.....	86
Gráfico 3: Gráfico de dispersão com resultado do teste SSI/MCI -15 pré e pós-treinamento auditivo.....	87
Gráfico 4: Gráfico de dispersão com resultado do teste padrão de duração pré e pós-treinamento auditivo.....	88
Gráfico 5: Gráfico de dispersão com resultado do teste GIN pré e pós-treinamento auditivo.....	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição dos sujeitos avaliados em cada grupo quanto ao gênero e a faixa etária.....	76
Tabela 2: Crianças e adolescentes do GE I e do GC, considerando o desempenho nos testes monóticos e dicóticos.....	78
Tabela 3: Crianças e adolescentes do GE I e do GC, considerando o desempenho nos testes temporais.	79
Tabela 4: Crianças e adolescentes do GE I e do GC, considerando as medidas eletrofisiológicas.....	80
Tabela 5: Crianças e adolescentes do GE II, considerando o desempenho nos testes monóticos e dicóticos. (n= 6)	82
Tabela 6: Crianças e adolescentes do GE II, considerando o desempenho nos testes temporais. (n= 6)	83
Tabela 7: Crianças e adolescentes do GE II, considerando as medidas eletrofisiológicas.....	84
Tabela 8: Crianças e adolescentes do GE II e do GC, considerando o desempenho nos testes monóticos e dicóticos.....	90
Tabela 9: Crianças e adolescentes do GE II e do GC, considerando o desempenho nos testes temporais.	91
Tabela 10: Crianças e adolescentes do GE II e do GC, considerando as medidas eletrofisiológicas.....	93

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Anatomia da orelha humana.	39
Figura 2: Sistema auditivo periférico e central.....	40
Figura 3: Via auditiva aferente.....	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASHA: American Speech Hearing Association

Cepre: Centro de Estudos e Pesquisa em Reabilitação Prof. Gabriel Porto

Disapre: Laboratório de Distúrbios de Aprendizagem e Transtorno de Atenção

DPA(C): Déficit de Processamento Auditivo (Central)

FCM: Faculdade de Ciências Médicas

GIN: *Gap in Noise*

HD: Hemisfério Direito

HE: Hemisfério Esquerdo

OD: Orelha Direita

OE: Orelha Esquerda

PA: Processamento Auditivo

PEA: Potencial Evocado Auditivo

PEALL: Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência

PEATE: Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico

RGDT: *Randon Gap Detection*

SNAC: Sistema Nervoso Auditivo Central

SNC: Sistema Nervoso Central

SSI/MCI: Teste de identificação de sentenças com mensagem competitiva ipsilateral

TA: Treinamento Auditivo

TDAH: Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade

TDD: Teste Dicótico de Dígitos

TDNV: Teste Dicótico Não Verbal

TPD: Teste Padrão de Duração

TPF: Teste Padrão de Frequência

Unicamp: Universidade Estadual de Campinas

1. INTRODUÇÃO

É por meio da audição que a criança entra em contato com o mundo sonoro e com as estruturas da língua, que posteriormente constituirá um sistema de comunicação estruturado, tornando possível a convivência no meio social. Deste modo, a integridade do sistema auditivo, a maturação das vias auditivas e a estimulação sonora adequada são essenciais à aquisição e desenvolvimento da linguagem oral¹⁻⁴.

O Sistema Nervoso Auditivo Central (SNAC) é um sistema altamente complexo e tem papel relevante para o correto reconhecimento e discriminação de eventos auditivos, desde os mais simples, como um estímulo não verbal, até os mais complexos, como é o caso da fala e da linguagem. Enquanto o sistema auditivo periférico recebe e analisa os estímulos auditivos do meio ambiente, o SNAC analisa as representações internas desses estímulos acústicos e uma resposta é programada pelo indivíduo. O comportamento auditivo é o resultado do processamento neurológico da informação recebida por meio da audição.

Como grande parte do SNAC é composto de redes neurais multimodais com interfaces entre si, é de se esperar interdependência e integração entre processamento auditivo, atenção, memória e linguagem⁵.

O termo “processamento auditivo” refere-se à eficiência com que o SNC utiliza a informação auditiva, ao processamento dessas informações e às atividades neurobiológicas por trás desse processamento⁶.

Uma alteração no processamento da informação auditiva pode resultar em falta de atenção auditiva, o que prejudica o desempenho escolar, uma vez que essa habilidade é imprescindível para a aquisição de aspectos acústicos e fonéticos dos padrões linguísticos, essenciais no processo de aprendizagem da leitura e escrita⁷.

O *déficit* de processamento auditivo é um distúrbio que pode coexistir com outras doenças como o Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), Dislexia, Autismo, Transtorno de Linguagem, Transtorno do espectro autismo e vários outros distúrbios cognitivos que levam a comportamentos semelhantes ao DPAC, dificultando a sua identificação e tratamento.

Levando-se em consideração o TDAH, o termo hiperatividade é corriqueiramente usado por pais e professores para caracterizar o comportamento agitado da criança, ignorando as outras possíveis causas, como outros transtornos ou mesmo com uma fase de desenvolvimento mais ativa pela qual a criança está passando⁸.

O TDAH é definido como tendo um padrão persistente de falta de atenção, hiperatividade e/ou impulsividade, em grau maior que aquele observado em outras pessoas com a mesma faixa etária e de desenvolvimento. Os sintomas devem estar presentes antes dos sete anos de idade em pelo menos dois contextos diferentes, sendo a manifestação comportamental com nível de interferência significativa no funcionamento social, acadêmico ou ocupacional⁹. O TDAH é uma condição comum, de alta prevalência, multifatorial e de etiologia complexa, que persiste na adolescência e vida adulta. Acredita-se que afeta por volta de 5% da população de crianças e adolescentes¹⁰.

A avaliação do processamento auditivo (PA) pode ser realizada por meio de testes comportamentais e eletrofisiológicos. Os testes comportamentais avaliam a função auditiva central, mas demandam também cognição, atenção, memória e linguagem. Além desses fatores comandados pelo cérebro, que podem influenciar o

desempenho da criança nesse tipo de avaliação, há também fatores auditivos. Um deles refere-se à função auditiva periférica e outro à maturação das vias auditivas. Na avaliação podem-se utilizar métodos objetivos como os potenciais evocados auditivos (PEA), os quais avaliam a atividade neuroelétrica na via auditiva, desde o nervo auditivo até o córtex cerebral, em resposta a um estímulo acústico¹¹. Um exame utilizado é a pesquisa do potencial evocado auditivo de longa latência, também chamado de P300.

No campo da audiologia clínica, a associação de métodos objetivos e comportamentais que avaliam a audição vem ganhando espaço e tornando-se cada vez mais frequente. Essa associação de métodos contribui para complementar e tornar mais preciso o diagnóstico dos distúrbios auditivos.

O treinamento auditivo (TA) é uma técnica amplamente utilizada na intervenção de indivíduos com distúrbio de processamento auditivo (DPA) e pode influenciar no processamento de crianças com dificuldade de aprendizagem. O TA aperfeiçoa os circuitos neurais por meio do aumento do número de neurônios envolvidos, da mudança no tempo de sincronia neural e do aumento do número de conexões sinápticas¹². As mudanças no SNAC ocorridas após o TA são fundamentadas na plasticidade do SNC^{13,14}. Para Musiek et al.¹⁵, a plasticidade auditiva pode ser definida como uma alteração das células nervosas, a qual ocorre como consequência de uma imediata influência ambiental, sendo frequentemente acompanhada de uma mudança comportamental.

O planejamento da intervenção terapêutica, nos casos de DPA deve ser feito tão logo esteja confirmado o diagnóstico, a fim de aproveitar ao máximo a plasticidade do SNC, aumentando as chances de sucesso da terapia⁶.

Sugerindo a existência de uma estreita relação entre as habilidades auditivas e o TDAH, pesquisas são necessárias para melhor investigação da correlação entre cada uma das habilidades auditivas alteradas no grupo estudado.

A avaliação da função auditiva, periférica e central é essencial, pois fornece subsídios para o direcionamento terapêutico. O prejuízo causado pelo comprometimento no PA afeta tanto a aquisição quanto o desenvolvimento educacional, social e psicológico. Portanto, espera-se com a avaliação e monitoramento da função auditiva, diagnosticar a alteração de PA, direcionar as metas de atendimento fonoaudiológico e mapear as possíveis evoluções do tratamento.

Poucos estudos são direcionados a constatar a existência de mudanças no SNAC após estimulação ou treinamento auditivo em indivíduos com DPA e diagnóstico de TDAH. Sendo, portanto, fundamental a confirmação desses dados e o conhecimento de novos dados para que se comprove, por meio de medidas eletrofisiológicas de longa latência, a eficácia das tarefas de TA com esses indivíduos.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral desse trabalho foi analisar os resultados dos testes comportamentais e eletrofisiológicos de crianças e adolescentes com diagnóstico de TDAH pré e pós-treinamento auditivo.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar o processamento auditivo e o P300 em crianças com diagnóstico de TDAH;
- Comparar os resultados da avaliação de processamento auditivo e das medidas eletrofisiológicas obtidas em crianças com TDAH (grupo estudo I), com os obtidos em crianças sem queixas de aprendizagem (grupo controle);
- Comparar os resultados de processamento auditivo e as medidas eletrofisiológicas, obtidos em crianças com diagnóstico de TDAH pré e pós-treinamento auditivo;
- Comparar os resultados obtidos pós-treinamento auditivo de crianças com TDAH com os do grupo controle.

3. REVISÃO DA LITERATURA

Serão descritos os trabalhos que serviram de base para a fundamentação teórica desse trabalho.

Este capítulo será apresentado por assunto e, portanto, foi dividido em: Audição, Processamento Auditivo, Potenciais Evocados auditivos e TDAH.

3.1 AUDIÇÃO

Os primeiros anos de vida são considerados importantes para o desenvolvimento da linguagem e nesse processo a audição desempenha um papel fundamental^{16,17}. A criança entra em contato com o mundo sonoro que a cerca e com as estruturas da língua por meio da audição, apenas posteriormente é constituído um sistema de comunicação estruturado.

O ato de “ouvir” não se refere simplesmente à mera detecção do sinal acústico, uma vez que muitos mecanismos e processos neurofisiológicos e cognitivos são necessários para uma perfeita decodificação, percepção, reconhecimento e interpretação do sinal auditivo. O SNAC é, portanto, um sistema altamente complexo e redundante, e a audição tem papel relevante e essencial para o correto reconhecimento e discriminação de eventos auditivos, desde os eventos mais simples como um estímulo não verbal até mensagens complexas, como é o caso do entendimento de fala e linguagem¹⁸.

A origem e as alterações importantes do desenvolvimento da orelha e do sistema auditivo ocorrem no útero materno à medida que a estrutura vai se tornando progressivamente mais complexa e estende-se por toda a maturação do SNAC. Os estudos que descrevem as experiências auditivas intrauterinas serviram de alicerce

para que os primeiros anos de vida passassem a ser considerados críticos para o desenvolvimento das habilidades auditivas e de linguagem, pois é nessa fase que se inicia o processo de maturação do sistema auditivo central¹⁷.

De modo geral, o sistema auditivo é composto anatomicamente pelo sistema auditivo periférico e central. O sistema auditivo periférico é composto pela orelha externa, orelha média e orelha interna, além do nervo vestibulococlear (VIII par craniano). As habilidades auditivas periféricas incluem detecção do sinal (acuidade auditiva), condução sonora e transformação do sinal acústico em respostas neuroelétricas^{19,20}.

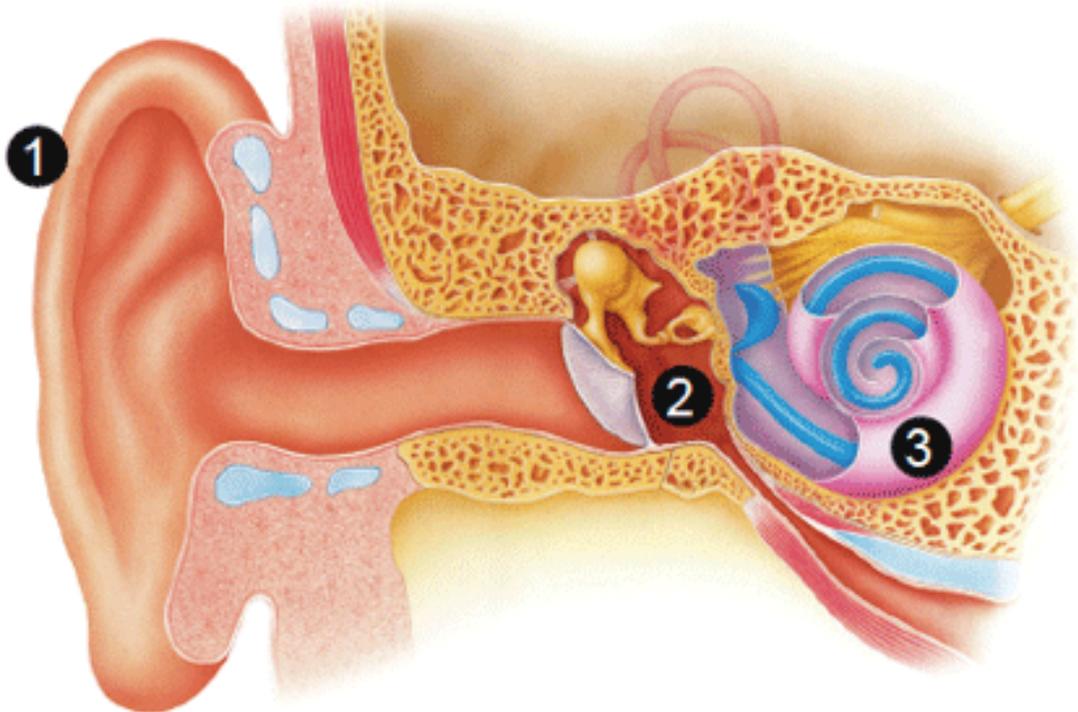


Figura 1: Anatomia da orelha humana.

(1-Orelha externa; 2- Orelha Média; 3- Orelha Interna)



Figura 2: Sistema auditivo periférico e central.

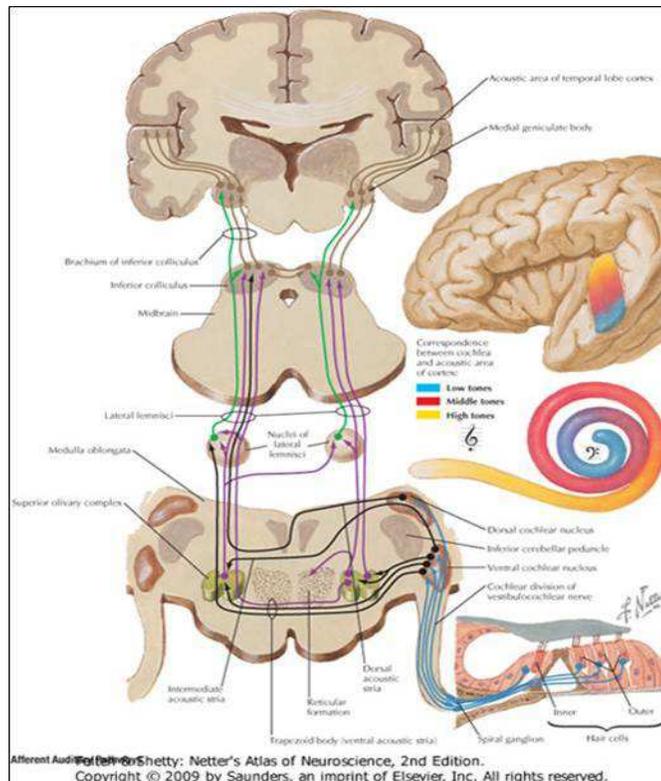


Figura 3: Via auditiva aferente.

O nervo auditivo se projeta nos núcleos cocleares que têm por função auxiliar na seleção e modulação de frequências e iniciar o processo de audição binaural por meio de mecanismos de excitação-inibição da transmissão dos sons captados. Em seguida, o sinal acústico é enviado ao complexo olivar superior, o qual representa a primeira etapa da via auditiva composta de aferências provenientes das duas orelhas, responsável pela localização da fonte sonora e pela audição binaural. A audição binaural é exercida por meio da análise de diferenças de intensidade e tempo dos sons recebidos de ambos os lados^{20,21}.

A integridade do sistema auditivo periférico e central e a ausência de privação sensorial nos primeiros anos de vida garantem ao indivíduo a capacidade de desenvolver a linguagem e as habilidades auditivas de forma adequada. Devem ser levadas em consideração as mudanças determinadas pelos fatores maturacionais ao longo do tempo.

3.2 PROCESSAMENTO AUDITIVO

Northern e Downs²² destacam que, concomitantemente ao amadurecimento das respostas auditivas, ocorre o desenvolvimento da fala e da linguagem e de outras habilidades do desenvolvimento auditivo e global. A audição adequada é fundamental para o desenvolvimento da competência da comunicação oral em longo prazo. À medida que as habilidades linguísticas da criança vão aparecendo e experiências auditivas e de linguagem são vivenciadas, novas habilidades do processamento auditivo devem ser observadas na avaliação da função auditiva, uma vez que fornecem informações consistentes em relação à integridade da audição e desenvolvimento

adequado de habilidades de fala e linguagem necessárias ao processo de aprendizagem.

Dentre os vários aspectos envolvidos na avaliação diagnóstica do processamento auditivo, Musiek e Gollegly²³ ressaltaram o da maturação auditiva, afirmando que os testes auditivos são dependentes da função neural e devem ser interpretados dentro de um contexto “neuromaturacional”.

Musiek e Chermack²⁴ também destacam ser aproximadamente aos 12 anos a formação completa da estrutura do corpo caloso no córtex cerebral. Tal estrutura possibilita a troca de informações entre os hemisférios direito e esquerdo, e favorece a audição binaural, possibilitando o desenvolvimento das habilidades auditivas que dependem da capacidade da escuta dicótica dos sons.

Segundo Bellis²⁵, mudanças morfológicas no cérebro dependentes da idade determinarão em larga escala a habilidade da criança em desempenhar determinadas atividades auditivas. Estruturas do SNAC continuam a formar novas ligações sinápticas e a aumentar sua eficiência até a adolescência e, possivelmente, até a idade adulta.

Schochat²⁶ salientou que os principais objetivos da avaliação do PA são verificar a integridade e o estado de neuromaturação da via auditiva. A maturação da via auditiva foi bastante documentada em diversos estudos com testes eletrofisiológicos^{26,27,28}, nos quais foram verificadas respostas melhores desde o nascimento até aproximadamente a idade de 12 anos, quando os padrões de respostas se tornaram semelhantes aos dos adultos.

O termo Processamento Auditivo (Central), PA(C), foi definido pela American Speech Hearing Association, (ASHA), como sendo a eficiência e a eficácia com que o sistema nervoso central utiliza a informação auditiva²⁹.

Katz e Wilde³⁴ definiram processamento auditivo como o que fazemos com o que ouvimos, ou seja, o PA é a construção que realizamos com o sinal auditivo para tornar a informação funcionalmente útil. Envolve todas as estruturas do sistema auditivo, desde a orelha externa até o córtex cerebral, e refere-se a como o Sistema Auditivo Periférico e Central analisam e organizam as informações acústicas. O PA envolve, portanto, não apenas a recepção dos sons, mas como nós compreendemos, localizamos, prestamos a atenção, analisamos, armazenamos e recuperamos a informação³⁵

São muitos os mecanismos e processos neurocognitivos envolvidos nas tarefas de discriminação e reconhecimento auditivo do PA que inclui os seguintes fenômenos comportamentais: localização e lateralização sonora; discriminação auditiva; reconhecimento de padrões auditivos; aspectos temporais da audição, incluindo resolução, mascaramento, integração e ordenação temporal; desempenho auditivo na presença de sinais competitivos e desempenho auditivo com sinais acústicos degradados³⁰.

As manifestações mais comuns encontradas em crianças com DPA são dificuldades em manter a atenção, dificuldade de elaboração e compreensão de linguagem oral e escrita, dificuldade para localizar a fonte sonora, dificuldade de ouvir em ambientes ruidosos, baixo desempenho nos testes monoaurais de baixa redundância e nos testes dicóticos, limiares elevados no teste de detecção de

intervalos no silêncio e a análise qualitativa do tipo de erros no teste de dissílabos alternados evidencia omissões e substituições fonêmicas^{31,32,25}.

De acordo com Pereira³ o processamento auditivo e suas habilidades, a memória e o processamento visual, podem ter respostas esperadas semelhantes às de um adulto também por volta dos 12 a 13 anos de idade, coincidindo com a maturação do corpo caloso. Ou seja, são necessários vários anos de experiências do indivíduo em lidar com eventos de seu ambiente, para que possa desenvolver todas as habilidades e as capacidades de um adulto frente às informações recebidas.

Para que as habilidades do PA sejam desenvolvidas, vários processos não exclusivos da modalidade auditiva, porém dependentes da maturação neural, também estão presentes e atuando conjuntamente no desenvolvimento da capacidade de lidar com os sons recebidos via audição, como a atenção, seletiva e dividida, memória e aprendizado. Todos esses comportamentos se combinam e possibilitam ao indivíduo interpretar os eventos sonoros isolados e em conjunto com outras informações do mundo real³³.

O interesse em estudar o processamento da informação auditiva surgiu na década de 50, devido à dificuldade auditiva em presença da integridade da audição periférica. Um dos desafios foi o de comprovar a eficácia dos testes auditivos comportamentais e eletrofisiológicos. Sendo assim, atualmente, um dos avanços mais importantes no que se refere ao distúrbio do processamento auditivo é tentar compreender e correlacionar os procedimentos comportamentais com os eletrofisiológicos^{21,36}.

Na mesma década, Bocca et al³⁷ demonstraram os paradigmas auditivos da avaliação “auditiva cortical” em pacientes com lesões de lobo temporal e Broadbent³⁸ foi o primeiro a utilizar o método de escuta dicótica bilateral para avaliar funções de atenção e memória.

Kimura^{39,40} adaptou a técnica de Broadbent e estudou indivíduos com lesões no lobo temporal em um hemisfério. Utilizando escuta dicótica com dígitos, demonstrou que lesões no lobo temporal afetam a escuta dicótica, principalmente na orelha contralateral ao hemisfério lesionado. A explicação da autora é a de que as vias neurais contralaterais contêm mais fibras que as vias ipsilaterais. Quando a rota contralateral se encontra comprometida decorrente de lesão no lobo temporal esquerdo, as vias intactas remanescentes (as vias ipsilaterais de ambos os lados e as vias contralaterais do lado oposto) são dominantes, resultando num déficit na orelha direita em tarefas de escuta dicótica em pacientes com lesões no hemisfério esquerdo. A autora também demonstrou que danos no hemisfério esquerdo interferem mais na escuta dicótica da fala do que lesões no hemisfério direito.

Musiek e Pinheiro⁴¹ relataram que o teste dicótico de dígitos foi usado primariamente em desordens corticais / hemisféricas, inter-hemisféricas e nas lesões de tronco encefálico. Os autores referiram que esses pacientes apresentaram desempenho alterado na OE.

Bakker et. al⁴² realizaram um estudo longitudinal em crianças normais de cinco a 12 anos para verificar o desenvolvimento da vantagem da orelha direita. Aplicaram o teste dicótico de dígitos constituído por 26 séries de quatro pares de dígitos, em 55 crianças destros, por quatro vezes, na intensidade de 70 dB, sendo que as crianças

deveriam repetir tantos dígitos quantos fossem possíveis, em qualquer ordem. A análise dos resultados mostrou que a vantagem da OD foi predominante e não pareceu ser afetada pela idade e pelo sexo.

A vantagem da OD em testes dicóticos é descrita na literatura. O córtex auditivo de humanos está localizado no lobo temporal, organizado em diversas regiões; a região central constitui o córtex auditivo primário, que fica na região do giro transversal ou giro de Heschl, na face superior do lobo temporal⁴³.

Muitos estudos evidenciaram a assimetria existente entre os giros de Heschl direito e esquerdo. O giro esquerdo é maior que o direito e, assim, o córtex auditivo primário esquerdo também é maior que o direito. Este aumento de volume no lado esquerdo é causado por um volume maior de substância cinzenta e de substância branca deste mesmo lado^{44,45}. O maior substrato neural (mais neurônios e mais interconexões intra e inter-hemisféricas) nessas estruturas anatômicas do HE esquerdo provê a base para um melhor desenvolvimento de linguagem que as áreas menores do lado direito⁴⁵. A especialização do HE para a fala pode estar relacionada com a identificação de parâmetros acústicos específicos para a discriminação dos sons de fala e justificaria o desempenho melhor da OD nos testes dicóticos. A teoria estrutural proposta por Kimura⁴⁶ afirma que sob audição dicótica os elementos neurais da via contralateral são ativados, enquanto ocorre supressão da atividade da via ipsilateral. Assim, as informações apresentadas na OD seriam levadas diretamente ao HE, enquanto às apresentadas à OE passariam ao hemisfério direito (HD), ao corpo caloso e só posteriormente ao HE.

Os testes comportamentais que exigem áreas de associação inter-hemisféricas como os testes dicóticos, por exemplo, atingem os valores adultos aproximadamente aos 10/12 anos, com a completa mielinização do corpo caloso, estrutura fundamental na transferência das informações inter-hemisféricas^{47,48}.

Atualmente, a associação entre dificuldades escolares e alterações no desenvolvimento de habilidades auditivas tem sido um dos principais focos de estudos realizados com testes de processamento auditivo^{49,50-54}.

Diversos autores relacionam os distúrbios de linguagem e aprendizagem com o processamento da informação auditiva buscando compreender e solucionar tais distúrbios.

Estudos com testes comportamentais do processamento auditivo quanto às habilidades verbais e não verbais em crianças com distúrbios de linguagem e de leitura mostraram que tais distúrbios geralmente co-ocorrem com DPA^{55,56}.

Os achados típicos na avaliação do PA de crianças com dificuldade de aprendizagem são: déficit de orelha direita (OD) ou bilateral nos testes dicóticos, baixo desempenho em testes monoaurais de baixa redundância, limiares elevados de detecção de intervalos de silêncio e a análise qualitativa dos tipos de erros evidenciam omissões e substituições fonêmicas^{25,32}.

Musiek e Gollegly²³ em estudo realizado com crianças com distúrbios de aprendizagem encontraram pouca melhora na resposta com o aumento da idade, principalmente, nos testes dicóticos. Os autores associaram esse dado com a possível maturação tardia de corpo caloso, área envolvida nos testes dicóticos. Na conclusão,

afirmaram que os aspectos da maturação são de especial interesse em casos de distúrbio de aprendizagem, pois ocorrem em crianças que frequentemente apresentam atraso no desenvolvimento de habilidades auditivas.

Pinheiro et. al.⁵⁷ analisaram o desempenho de 40 escolares, na faixa etária de oito a 12 anos, sendo 20 crianças com distúrbio de aprendizagem e 20 escolares com bom desempenho escolar, para os testes de escuta dicótica de dígitos e verbal e no teste de fala no ruído. Os autores concluíram que as crianças com distúrbio de aprendizagem apresentaram rebaixamento significativo para os testes dicótico de dígitos e dissílabos alternados.

Quintas et. al.⁵⁸ avaliaram o desempenho de 44 sujeitos com aquisição normal de fala e desviante para os testes PSI em português, teste fala no ruído, teste fusão binaural, teste dicótico de dígitos e o teste de dissílabos alternados (SSW) e concluíram que as crianças com aquisição de fala desviante apresentaram alterações em todos os testes comportamentais avaliados.

Para Fellipe⁵⁹, o PA está intimamente relacionado a dificuldades na linguagem oral e escrita, pois a audição é a principal via de entrada para a aquisição da linguagem oral, e, embora a linguagem escrita tenha suas peculiaridades, é baseada na linguagem oral, na escrita alfabética, sendo que ambos (sistema escrito e oral) se interpenetram.

A partir da identificação das habilidades auditivas deficientes por meio da avaliação do PA, é possível direcionar o processo de intervenção educacional e terapêutico para o fortalecimento dessas habilidades. Ponton et al.²⁷ afirmaram que a

verificação da maturação de respostas auditivas fornece dados para que sejam realizadas estimulações adequadas de acordo com o grau do atraso encontrado.

Diversos estudos demonstram que as habilidades perceptuais ligadas à fala, linguagem e leitura são extremamente dependentes do processamento temporal dos sons^{60,61,62,63}.

A partir da década de 60 diversos estudos iniciaram a avaliação dos padrões temporais em sujeitos com lesão no SNAC. A avaliação do processamento temporal pode ser dividida em quatro categorias: ordenação ou sequencialização temporal, integração ou somação temporal, mascaramento temporal e resolução, discriminação ou acuidade temporal. Os resultados das primeiras pesquisas da avaliação da ordenação temporal ou tarefas de sequencialização mostraram que indivíduos com lesões de lobo temporal apresentavam déficits na percepção de sequências tonais^{64,65,66}.

O tempo é uma dimensão muito importante para a audição, uma vez que quase todos os sons variam ao longo do tempo⁶⁷. Por definição, os sons são eventos físicos (flutuações rápidas de pressão) que estão distribuídos no tempo⁶⁸.

O PA temporal pode ser definido como a percepção do som ou da alteração do som dentro de um período restrito e definido de tempo, ou seja, refere-se à habilidade de perceber ou diferenciar estímulos que são apresentados numa rápida sucessão^{69,70}.

Bellis²⁵ referiu que, na sua padronização clínica para os testes TPF e TPD, as crianças só atingiram valores similares aos dos adultos por volta dos 11 ou 12 anos, o que comprovou a hipótese da necessidade completa de maturação das estruturas

neurais críticas para a tarefa de nomeação de padrões não linguísticos, em particular do corpo caloso.

Balen⁷¹ aplicou o TPF em 211 sujeitos com resposta verbal e não verbal, a fim de estabelecer o perfil de desempenho na habilidade de reconhecimento de padrões auditivos temporais. A faixa etária avaliada foi de sete a 11 anos, sem alterações na linguagem, fala, audição e/ou aprendizagem, sem comportamento hiperativo e sem conhecimento musical. Os resultados mostraram que a resposta para o TPF não verbal foi significativamente melhor quando comparada à resposta verbal, sendo constatada uma progressão significativa no desempenho com o aumento da idade apenas para a resposta verbal. Foram observadas diferenças significantes entre as orelhas para a resposta verbal, sendo a OD a de melhor desempenho. Porém, a autora atribuiu este resultado à metodologia empregada, já que o teste era iniciado sempre pela OD. Quanto à variável gênero não houve diferença significativa estatisticamente.

Corazza⁷² analisou o desempenho de adultos com audição normal no TPF e no teste de padrão de duração (TPD). Os testes foram aplicados de modo monoaural e as respostas foram por nomeação ou “humming”. A autora observou que houve maior facilidade de realização da tarefa, quanto aos índices de reconhecimento dos estímulos apresentados, para as respostas do tipo “humming”. Quanto aos índices de respostas corretas, foram encontrados valores percentuais entre 76 a 100% de acertos para o TPF e de 83 a 100% para o TPD.

O teste *Gap in Noise*, (GIN), foi desenvolvido por Musiek, para avaliar os limiares de detecção de gap, isto é, o menor espaço de tempo, em milissegundos, identificado como uma interrupção do estímulo sonoro⁷³.

Musiek et. al⁷⁴ estudaram o teste GIN em 50 sujeitos com audição normal em 18 indivíduos com comprometimento neurológico do SNAC. Os resultados demonstraram a sensibilidade do teste em 73% e a especificidade em 84%, na identificação de pacientes com lesão do SNAC.

McCroskey e Kidder⁷⁵ estudaram crianças com dificuldades de leitura, com problemas de aprendizagem e crianças normais. Os limiares de detecção de gap foram obtidos e os resultados demonstraram diferenças significantes entre os três grupos. As crianças com dificuldades de leitura e problemas de aprendizagem apresentaram desempenho inferior em relação às crianças normais, indicando uma possível participação da alteração da resolução temporal, nestes quadros.

Samelli e Schochat⁷⁰ realizaram a normatização do teste GIN em 100 adultos normo ouvintes, na faixa etária de 18 a 30 anos, divididos igualmente segundo o gênero. A média do limiar de detecção de gap encontrada foi de 4,17ms e não foram encontradas diferenças significantes em relação às orelhas. Quanto ao gênero, o estudo revelou diferenças significantes em relação ao desempenho melhor do gênero masculino quando comparado ao gênero feminino.

Perez e Pereira⁷⁶ estudaram a detecção de gap em 92 crianças com idades entre 11 e 12 anos, sem evidências de doenças otológicas e/ou neurológicas e/ou cognitivas e ausência de dificuldades de aprendizagem. O estudo concluiu que o limiar de gaps obtidos para essa faixa etária foi de até 5ms.

Balen et. al⁷⁷ estudaram o processamento temporal de 19 crianças com desenvolvimento normal, na faixa etária de seis a 14 anos para o teste de detecção de intervalos no silêncio (RGDT) e o teste GIN. No resultado do RGDT a média dos

intervalos de silêncio para as frequências de 500Hz, 1000Hz, 2000Hz e 4000Hz foram respectivamente, 10,13ms; 8,69ms; 11,94ms e 10,56ms, não ocorrendo diferenças estatisticamente significantes em relação às frequências testadas. No teste GIN, a média do limiar foi de 5,7ms para a OD e 5,4ms para a OE, não havendo diferença estatisticamente significante quanto à orelha avaliada. Foram encontradas discrepâncias entre os resultados dos dois testes avaliados, sendo importante a avaliação da resolução temporal nos protocolos de avaliação clínica do PA(C).

Shinn et. al⁶³ aplicaram o teste GIN em 72 crianças, nas idades de 7 a 18 anos, divididas em seis grupos por idade. Os autores não encontraram diferenças significantes entre o desempenho da OE e OD, nos grupos estudados, e sugerem que a maturação do sistema auditivo, no que se refere à habilidade de resolução temporal ocorre de forma semelhante para ambas as orelhas.

O TA e outras formas de intervenção comportamental, que promovam a estimulação auditiva, podem aumentar a atividade sináptica e através desse aumento, facilitar mudanças comportamentais⁷⁸.

A estimulação auditiva adequada reforçará as conexões neurais da criança, e, em consequência, fortalecerá os processos e habilidades auditivas, além de facilitar as estratégias de compensação. Para tanto, na terapia, sugere-se ênfase nos aspectos de síntese fonêmica para promover a consciência fonológica, estimulação mono e binaural e habilidade auditiva de figura-fundo para dessensibilização da fala em presença de ruído⁷⁹.

Segundo Musiek e Berge⁸⁰, a plasticidade neural pode ser definida como uma mudança em células nervosas que ocorrem de acordo com as influências ambientais, e

se essas influências podem ser controladas e modeladas da maneira desejada, o comportamento relacionado à plasticidade pode ser previsível.

Hayes et al.⁸¹ realizaram um programa de treinamento auditivo (TA) com crianças com distúrbio de aprendizagem durante oito semanas. Foram utilizados testes padronizados para avaliar o desempenho dos sujeitos após a remediação e ainda foi avaliada a plasticidade do SNAC a partir de respostas cerebrais. Os resultados indicaram que o grupo remediado melhorou suas medidas de PA, exibindo mudanças nas respostas corticais, colaborando para a hipótese de que a plasticidade vem acompanhada pela melhora do desempenho.

Bamford⁸² realizou uma revisão na literatura sobre as definições de treinamento auditivo, verificando como um consenso entre as definições de TA, que o TA proporciona uma reorganização nos recursos cognitivos da audição residual, melhorando os processos básicos de codificação e decodificação no aprendizado auditivo. Porém o autor ressaltou que o TA não é capaz de melhorar a sensibilidade auditiva periférica.

O TA é uma técnica amplamente utilizada na intervenção de indivíduos com transtorno de processamento auditivo, sendo que alguns trabalhos indicaram que o TA pode ter influência positiva no processamento temporal de crianças com dificuldades linguísticas e de aprendizagem^{83,119,84}. De acordo com Chermak e Musiek⁵⁰, o TA é indicado para melhorar a função do sistema auditivo na resolução de sinais acústicos.

De acordo com Musiek, Shinn e Hare¹³, há diversas evidências de que programas de treinamento auditivo podem melhorar funções auditivas elevadas, sendo

tal afirmação fundamentada no fato de que o sucesso do TA é baseado na plasticidade neural.

O TA é um conjunto de estratégias utilizadas para desenvolver, ou reabilitar, as habilidades auditivas, as quais são necessárias para a compreensão da fala. O TA envolve não só a estimulação da função auditiva, como também a orientação a terapeutas, pais e educadores e ainda melhora do ambiente acústico⁸².

Em estudo realizado por Kraus, McGree, Carrel et al.⁸⁵, foi constatado que mudanças da neurofisiologia do sistema nervoso auditivo central, evidenciadas após TA, podem ser medidas e monitoradas por meio dos potenciais evocados auditivos.

As modificações que podem ocorrer na atividade neural devido à prática de uma habilidade, ou exposição frequente a um estímulo, são denominadas plasticidade neuronal⁸⁶. Uma das formas de se avaliar a plasticidade neuronal é por meio dos testes eletrofisiológicos⁸⁷.

Gil et al.⁸⁸ fizeram um estudo para comparar o desempenho de indivíduos, com e sem treinamento auditivo, para a percepção musical na tarefa de resolução temporal. Foram avaliados 20 indivíduos, sendo 10 com treinamento e 10 sem treinamento, dos sexos feminino e masculino, variando de 17 a 30 anos de idade, sem queixas auditivas. Primeiramente, os sujeitos preencheram um questionário relacionado a aspectos do treinamento auditivo. Depois disso, foram submetidos à avaliação audiológica básica. Os testes de localização sonora, memória de sons verbais e não verbais em sequência, teste de fala com ruído e dicótico de dígitos foram utilizados para excluir alterações centrais. Finalmente os testes de padrão de frequência e de duração foram aplicados.

As autoras concluíram que o TA influenciou o desempenho dos indivíduos, tendo sido superior ao esperado para indivíduos sem alterações centrais.

Chermak e Musiek⁵⁰ relataram a importância do TA, o qual serve como uma importante ferramenta para indivíduos com prejuízos de linguagem e transtorno de processamento auditivo. Os autores categorizam o TA em formal e informal. O TA formal é aplicado por um profissional em um ambiente controlado e com estímulos controlados, como treinamento temporal e de reconhecimento de fala. O TA informal, por não necessitar de instrumentos específicos, pode ser aplicado em casa ou na escola, empregando estímulos verbais e enfatizando o uso de contextos linguísticos. O TA informal provê uma variedade de estímulos, contextos e tarefas, os quais ajudam na generalização das habilidades treinadas formalmente. Os autores chamaram a atenção para o uso conjunto do TA formal e o informal para uma melhor eficácia do tratamento do TPA.

Musiek et al.¹³ descreveram três tipos de plasticidade que ocorrem no sistema auditivo: plasticidade desenvolvimental; plasticidade compensatória, resultante de uma lesão ocorrida no sistema auditivo; e a plasticidade relacionada à aprendizagem. Há duas formas por meio das quais o cérebro se reorganiza, e as duas formas requerem mudanças neuronais, sendo, porém, esses dois mecanismos bem diferentes. A reorganização pode envolver a ativação de neurônios e conexões neuronais que estejam previamente em um estado de repouso, enquanto a outra proposta de mecanismo pode requerer que novas conexões sejam formadas. Os dois mecanismos envolvem mudanças que podem ser lentas e requeiram tempo e treinamento, ou as

mudanças podem ser extremamente rápidas, ocorrendo por meio do desenvolvimento e da maturação sem intervenção.

3.3 POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS

Um dos métodos objetivos utilizados é a pesquisa dos potenciais evocados auditivos (PEA), os quais avaliam a atividade neuroelétrica na via auditiva, desde o nervo auditivo até o córtex cerebral, em resposta a um estímulo acústico⁸⁹.

Os PEA podem ser classificados de acordo com a latência (tempo necessário para o estímulo auditivo gerar a atividade neuroelétrica), a origem anatômica (sítio gerador da atividade neuroelétrica), a relação entre estímulo e resposta (transitória/continua *versus* endógena/exógena) e o posicionamento dos eletrodos (campo próximo ou distante). Sendo que o mais utilizado é a latência⁸⁹.

Os potenciais evocados auditivos de longa latência (PEALL) referem-se às mudanças elétricas que ocorrem nos sistema auditivo periférico e central em resposta a um estímulo acústico ou elétrico. Eles permitem a mensuração da atividade neuroelétrica em cada sítio da via auditiva e a observação precisa do processamento da informação auditiva no tempo, em milissegundos⁹⁰.

O P300, pico positivo ao redor de 300ms, envolve a realização de uma tarefa cognitiva e, por esta razão, é considerado endógeno. Reflete a atividade de áreas cerebrais responsáveis por funções específicas, tais como atenção, discriminação, integração e memória^{2,91}. Na literatura, a atenção aparece como uma das habilidades que mais afeta o registro do P300, além de vários outros estados de consciência, alerta e condições psicológicas.

Na realização da avaliação por meio do P300, o avaliado é frequentemente eliciado por tarefas de discriminação auditiva, nas quais deve responder a estímulos alvo que são apresentados de forma aleatória e em menor número entre os estímulos frequentes¹¹.

O estudo da latência dos P300 é muito útil para definir a presença de distúrbio do processamento auditivo central em crianças de forma rápida e objetiva. Além do diagnóstico, a avaliação da latência serve também para monitorar o efeito do tratamento, pois a latência diminui à medida que a criança supera suas dificuldades^{11,91}. Assim, alguns autores defendem o uso dos potenciais auditivos evocados no monitoramento das mudanças no SNAC ocorridas após o TA^{13,92}.

Os potenciais de média e longa latência só apresentam características de maturação completa muito mais tarde; o potencial de média latência ocorre num espaço de tempo de aproximadamente 100ms após a estimulação e tem como gerador as vias auditivas tálamo-corticais e a formação reticular no mesencéfalo. Os potenciais de longa latência, incluindo o P300, não apresentam respostas maduras até o início da adolescência, uma vez que os estímulos de longa latência abrangem áreas corticais e subcorticais, estruturas responsáveis por funções de discriminação, integração e atenção.

Picton et al.⁹³ realizaram os primeiros estudos com os potenciais evocados auditivos de longa latência, e os nomearam de acordo com a sua polaridade (negativa/positiva) e sua latência.

Jirsa⁹⁴ avaliou 40 crianças na faixa etária de nove anos e cinco meses a 12 anos e cinco meses, sendo que 20 foram submetidas a testes comportamentais e

eletrofisiológicos para confirmar o transtorno de processamento auditivo, constituindo-se assim, o GE. As outras 20 não apresentaram queixas, tendo apresentado bom desempenho nos testes de linguagem, interpretação de texto e percepção auditiva, compondo o GC. As crianças do GE foram subdivididas em dois subgrupos com 10 crianças cada, GE I e GE II. O GE I recebeu 14 semanas de TA, duas vezes por semana, e o GE II não recebeu TA. Após 14 semanas, todas as crianças (GE1 e GE2) foram reavaliadas. As crianças do GE 1 apresentaram uma diminuição na latência e um significativo aumento na amplitude do P3 após o TA. No GE II, não foram observadas mudanças. As crianças do GE 1 mostraram também, uma significativa melhora na bateria de testes comportamentais. Os resultados demonstraram que o P3 pode ser útil no monitoramento da terapia do TPA.

Junqueira e Frizzo⁹⁵ relataram que o potencial de longa latência P300 tem se mostrado mais sensível, porém menos específico, do que a avaliação comportamental do processamento auditivo. Os autores recomendaram o uso combinado de ambos os métodos para um melhor entendimento dos transtornos do processamento auditivo. Citaram alguns fatores que podem contribuir para a grande variação de latência e amplitude observados na captação deste potencial evocado: sexo, hora do dia, habilidade cognitiva, tipo de tarefa, temperatura do corpo, estação do ano, ingestão de alimentos pouco antes da avaliação e aspectos da personalidade.

3.4 TRANSTORNO DE DÉFICIT DE ATENÇÃO E HIPERATIVIDADE (TDAH)

O TDAH constitui um dos mais importantes transtornos do desenvolvimento dentre os problemas que afetam as crianças em suas relações com seu meio familiar, escolar e social^{96,97,98,99}.

Este transtorno começou a ser identificado na primeira década do século XX e seu tratamento com derivados anfetamínicos tem sido utilizado desde os anos 1930¹⁰⁰. De acordo com Domingos e Rizzo¹⁰¹ os primeiros trabalhos sobre o transtorno foram descritos por Hoffman, pela primeira vez, em 1845, relacionados aos problemas de hiperatividade, de falta de atenção e impulsividade em crianças, afirmando que as crianças apresentavam dificuldade no aprendizado, provocava agitação nas atividades e estavam envolvidos em situações de constante confusão.

É um problema de saúde mental que tem impacto tanto na vida da criança e adolescente como também na das pessoas que convivem com eles, como os pais e professores, acarretando dificuldades no relacionamento e desempenho escolar^{96,97}.

Há, certamente, em nosso meio, crianças equivocadamente diagnosticadas e tratadas como TDAH, assim como existe um número considerável de crianças que tem TDAH que não foram diagnosticadas corretamente e que poderiam se beneficiar muito com o diagnóstico e tratamento adequados, com impacto positivo significativo em suas vidas^{98,99}.

O TDAH não tratado implica em maior risco para o desenvolvimento de novos transtornos, incluindo transtornos graves de comportamento com agressividade e

impulsividade na infância e comportamento delinquente na adolescência, além de abuso e dependência de substâncias (tabaco, álcool, maconha, cocaína/crack e outras drogas)^{102,103}.

O projeto terapêutico e os tratamentos, de modo geral, devem ser multimodais, multiprofissionais e individualizados, incluindo: uso apropriado de medicação, orientação de pais e da escola e uma variedade de intervenções terapêuticas, de acordo com as necessidades da criança/adolescente e da família¹⁰⁴.

Porto¹⁰⁵ discute que áreas frontais do cérebro, responsáveis por funções de planejamento e controle dos impulsos estão envolvidas no transtorno. Crianças com o TDAH geralmente demonstram em testes neuropsicológicos disfunção no lobo frontal. As dificuldades em automonitoração e limites comportamentais são funções relacionadas ao córtex frontal. Estudos realizados por Rohde⁹⁶ têm indicado a presença da disfunção especificamente na região orbital frontal, responsável pela inibição do comportamento, atenção sustentada, autocontrole e pelo planejamento.

Para que a atividade mental ocorra é necessária a manutenção e a regulação do tono cortical que se modifica de acordo com a tarefa a ser realizada. Uma das funções do córtex pré-frontal é regular esse estado de atividade¹⁴⁶. As zonas pré-frontais consistem inteiramente em células de camadas superiores (associativas) do córtex, que se superpõem, não apenas às zonas secundárias do córtex motor, mas também a todas as demais formações do cérebro, mantendo assim, conexões bilaterais tanto com as partes inferiores da formação reticular (entrada sensorial da informação) como também as formações da segunda unidade cerebral que são responsáveis pela recepção, pela análise e armazenamento de informações. Essas conexões capacitam

as zonas pré-frontais a controlar, tanto o estado geral do córtex cerebral, como também, o curso das modalidades fundamentais da atividade humana¹⁰⁶.

Os neurotransmissores têm sido considerados como tendo papel importante no TDAH, com base nas respostas das crianças às drogas estimulantes que afetam a liberação de dopamina e norepinefrina¹⁰¹.

Rohde⁹⁶ afirma que as substâncias neurotransmissoras produzidas pelo cérebro em certas regiões se encontram em quantidade insuficientes em crianças com o TDAH, fazendo com que o controle da atenção, estado de vigília e emoção sejam prejudicados.

4. METODOLOGIA

O presente trabalho consiste em uma pesquisa descritiva, experimental de corte transversal, com grupos caso-controle, desenvolvido nos Laboratórios de Audiologia do Centro de Estudos e Pesquisas em Reabilitação Prof. Gabriel Porto, da Faculdade de Ciências Médicas, da Universidade Estadual de Campinas (Cepre/FCM/Unicamp). Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FCM/Unicamp sob parecer Nº 1072/2011.

O estudo utilizou uma amostragem não probabilística, pois a seleção dos participantes seguiu critérios estabelecidos pelo pesquisador, uma vez que o grupo de estudo (GE) deveria apresentar diagnóstico interdisciplinar conduzido no Laboratório de Distúrbios de Aprendizagem e Transtornos da Atenção (Disapre) localizado no Hospital de Clínicas (HC) – Unicamp, conforme protocolo utilizado, enquanto o grupo controle (GC) não teria dificuldades de aprendizagem e/ou de atenção.

O grupo de estudo foi formado por escolares da rede pública de ensino, do gênero masculino e feminino, com diagnóstico interdisciplinar de TDAH.

Para a inclusão nesse grupo, foram usados os seguintes critérios:

- Ter autorização dos pais com a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE de acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Saúde 196/96¹⁰⁷;
- Ter idade dentro da faixa etária estabelecida de oito a 14 anos e cursar o Ensino Fundamental;
- Apresentar diagnóstico de TDAH de acordo com os critérios do DSM-IV-TR⁹ e da CID-10¹⁰⁸, comprovados pela avaliação interdisciplinar do Disapre;

- Audiometria tonal, logaudiometria e imitanciometria dentro dos limites de normalidade;
- Ausência de queixas atuais de afecções do sistema auditivo;
- Avaliação após um período de 24 horas sem o uso da medicação;
- As crianças e adolescentes poderiam estar em outros acompanhamentos terapêuticos que não influenciassem nos resultados do treinamento auditivo.

Os critérios de exclusão foram:

- Crianças com outros quadros de dificuldade de aprendizagem (dislexia do desenvolvimento, transtorno misto das habilidades escolares, dificuldade escolar de origem pedagógica);
- Crianças com problemas motores ou sensoriais ou qualquer outro quadro neurológico e/ou psiquiátrico primário.

O grupo controle foi formado por escolares da rede pública, sem queixas de atenção e/ou de problemas de aprendizagem, do gênero masculino e feminino e os critérios de inclusão para esse grupo foram:

- Ter autorização dos pais com a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE;
- Ter idade dentro da faixa etária estabelecida de oito a 14 anos;
- Ter sido indicado pelas professoras por não ter queixas de dificuldades de aprendizagem ou de atenção, nem apresentar desempenho escolar abaixo do esperado;

- Audiometria tonal, logaudiometria e imitanciometria dentro dos limites de normalidade;
- Ausência de queixas atuais de afecções do sistema auditivo.

Os critérios de exclusão foram:

- Crianças e adolescentes com problemas motores, sensoriais ou quadro neurológico e/ou psiquiátrico, conforme relato dos pais;
- Crianças e adolescentes com repetência escolar.

Para este estudo a amostra constituiu-se em:

- Grupo de estudo I (GE I): crianças e adolescentes com diagnóstico de TDAH;
- Grupo de estudo II (GE II): crianças e adolescentes do GE I que participaram do programa de treinamento auditivo e foram reavaliadas;
- Grupo controle (GC): Crianças e adolescentes sem queixas de atenção e/ou problemas de aprendizagem.

O processo de diagnóstico do GE foi realizado no Ambulatório de Neuro-Dificuldades de Aprendizagem, situado no Ambulatório de Neurologia do Hospital das Clínicas (HC) da Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. Na avaliação interdisciplinar, todas as crianças encaminhadas passaram, primeiramente, por um processo de triagem seguido de uma avaliação neuropsicológica de base. Após essa avaliação inicial, dependendo do desempenho de cada criança, foi levantada uma hipótese diagnóstica e a criança foi encaminhada para os profissionais das outras áreas para um diagnóstico diferencial (fonoaudiologia, psicopedagogia, neuropsiquiatria, psiquiatria da infância e adolescência, fisioterapia e psicomotricidade). Ao final de todo

o processo de avaliação, os pais foram convocados para uma devolutiva, na qual recebem as orientações e os encaminhamentos, que constaram também do relatório final com os dados das avaliações realizadas, entregue aos pais.

Foram avaliadas no Disapre no período de janeiro de 2011 e dezembro de 2012, 68 crianças do gênero masculino e feminino, sendo 49 meninos e 19 meninas, com idade média de 10,48 anos, com queixas de dificuldade de atenção, concentração e/ou hiperatividade e/ou com hipótese diagnóstica de TDAH. Dessas 68 crianças e adolescentes, muitas crianças foram excluídas por diversos motivos como: faltas, não apresentar diagnósticos de TDAH, desistência, não finalizar a avaliação, entre outros. Com isso, no total, 21 crianças e adolescentes preencheram todos os critérios de inclusão para compor o GE com diagnóstico de TDAH, sendo 19 meninos e duas meninas. No entanto, dessas 21 crianças e adolescentes, apenas 14 aceitaram participar da pesquisa.

Após o processo de avaliação no Disapre, as crianças diagnosticadas com TDAH foram convocadas para realizarem os seguintes exames nos laboratórios de audiologia do Cepre/FCM/Unicamp:

A Avaliação audiológica foi composta pela Meatoscopia, Audiometria Tonal Liminar, Logaudiometria e Imitanciometria (Timpanometria e Pesquisa dos Reflexos Acústicos). Os exames foram realizados em cabina acústica, o audiômetro utilizado foi o Interacoustics AC 40, com fones TDH 49. O imitanciômetro utilizado foi Interacoustics AT 235, ambos devidamente calibrados.

Os critérios utilizados para normalidade audiológica foram:

- Apresentar limiares auditivos menores que 25 dBNA na média das frequências de 500, 1000, 2000 Hz, conforme proposto por Lloyd e Kaplan (1978)¹⁰⁹.
- Os valores em porcentagem de 88 a 100% no índice de Reconhecimento de Fala¹¹⁰.
- O pico de máxima compliância ao redor da pressão atmosférica de 0 daPa, o volume equivalente de 0,3 a 1,3 ml e reflexo acústico de 70 a 100 dB acima do limiar de audibilidade para tom puro, nas frequências de 500 a 4000 Hz, para indivíduos sem evidências de patologias do sistema auditivo¹¹¹.

Os participantes cuja audição fosse classificada como normal realizaram avaliação comportamental e eletrofisiológica, sendo que a bateria de testes comportamentais do PAC consistiu de: teste dicótico não verbal, escuta com dígitos, teste de identificação de sentenças com mensagem competitiva ipsilateral (SSI em português), teste de padrão de duração e teste detecção de intervalo no ruído (GIN). Os testes foram aplicados com um *compact disc player* acoplado ao audiômetro utilizando o material de avaliação do processamento auditivo central elaborado por Pereira e Schochat¹¹² e os testes desenvolvidos por Musiek^{73,113} para avaliação do processamento temporal.

Abaixo segue a descrição dos testes aplicados e o critério de normalidade adotado segundo Pereira e Schochat¹¹² para os testes monóticos e dicóticos, e para os testes temporais segundo Musiek^{73,113}.

Teste Dicótico Não Verbal (DNV)

Avalia a habilidade de atenção seletiva por meio de uma tarefa de separação binaural, ou seja, o sujeito deve prestar atenção em um som não verbal, ignorando o som apresentado na orelha oposta e apontar para a figura correspondente exposta em um quadro. Os sons apresentados representam: um cachorro, um gato, um galo, uma porta batendo, o sino da igreja e a chuva. Utilizou-se a intensidade de 50 dB NS. O teste foi dividido em três etapas: atenção livre (AL), atenção direcionada à direita (ADD) e atenção direcionada à esquerda (ADE). Foi apresentada uma lista de 24 pares em cada etapa. Na etapa de AL a criança deveria apontar apenas um som apresentado simultaneamente, aquele que fosse mais fácil de ser percebido, na ADD o sujeito era orientado a apontar os sons ouvidos apenas na OD e na ADE apontar os sons ouvidos apenas na OE. O valor de referência utilizado na AL foi de 10 a 14 acertos e para ADD e ADE acima de 23 acertos¹¹⁴.

Teste Dicótico de Dígitos (DD)

Avalia a habilidade de figura-fundo por meio da tarefa de integração binaural. O teste consiste na apresentação simultânea de dois pares de números (em um total de 80), dissílabos no Português (quatro, cinco, sete, oito e nove), nas duas orelhas. A criança foi orientada a repetir os quatro números ouvidos na ordem que quiser. A avaliação foi aplicada em uma intensidade de 50dB NS (nível de sensação) em ambas as orelhas com base na média de 500, 1000 e 2000Hz. Adotou-se como valor de referência para crianças de oito anos resposta até 85% para OD e 82% para OE e para crianças acima de nove anos respostas até 95% para as duas orelhas¹¹⁵.

Identificação de Sentenças Sintéticas com Mensagem Competitiva Ipsilateral (SSI)

Avalia a habilidade de figura-fundo. O teste consiste na apresentação de dez sentenças sintéticas com a presença de mensagem competitiva (história), na mesma orelha, nas relações sinal/ruído 0, -10 e -15. O paciente foi orientado a apontar a sentença ouvida que estava escrita (frases) em um quadro. Utilizou-se a intensidade de 40dB NS. O valor de referência utilizado foi de 80% na relação 0, 70% na relação -10 e 60% na relação -15¹¹⁶.

Teste padrão de duração

Avalia a habilidade de ordenação temporal. O teste é composto de 60 apresentações, trinta em cada orelha, de tons puros de 1000Hz havendo um intervalo de 300 ms entre os tons e de 6 s entre as sequências. Cada uma dessas sequências foi formada por três tons, sendo dois deles na mesma duração. O paciente foi orientado a nomear os padrões ouvidos utilizando o termo “curto” para os tons de 250ms e “longo” para os tons de 500ms. 38 Utilizou-se a intensidade de 50 dBNS. Estas variam entre seis possibilidades: LLC, LCL, LCC, CLL, CLC e CCL. Os valores de normalidade adotados foram de 76% de acertos para a faixa etária de oito a 11 anos e 83% para as idades a partir de 12 anos¹¹⁷.

Teste detecção de intervalo no ruído (GIN – *gap in noise test*)

Consiste na determinação do menor intervalo de tempo – gap, em milissegundos (ms), que pode ser detectado em um ruído branco contínuo. Os gaps foram aleatoriamente distribuídos em listas, sendo que, em cada lista, as diferentes durações de gap, de 2 a 20ms, ocorrem seis vezes. O sujeito foi orientado a indicar toda vez que perceber um gap. O teste foi aplicado na condição monoaural em intensidade de 50dBNS. Adotaram-se os valores de normalidade para crianças de oito a 10 anos de

6,1ms para o limiars de detecção de gap e 60% para a porcentagem de acertos 112 e crianças acima de 11 anos o valor de 5ms para o limiars de detecção de gap e 71% para a porcentagem de acertos^{76,118}.

Após a realização dos testes comportamentais foram aplicados os testes eletrofisiológicos PEATE e o P300, que foram realizados com o equipamento Eclipse EP 25 da marca Interacoustics. Os parâmetros utilizados para a aquisição do P300 foram: estímulos acústicos monoaurais (tone burst com plateau de 50ms e rise/fall de 25ms), nas frequências de 1000 (estímulo frequente) e 2000Hz (estímulo raro), na intensidade de 70dBNA; polaridade alternada, tempo de análise de 540ms; filtro passa alto de 0,83Hz e passa baixo de 33Hz; sensibilidade de 100µV. Foram utilizados 300 estímulos, dentre os quais de 80 a 85% eram frequentes e de 15 a 20% eram raros. Os estímulos raros e frequentes foram apresentados de forma aleatória (paradigma oddball).

Os eletrodos foram posicionados no vértex (Cz), nas mastoides direita (M2) e esquerda (M1), e o eletrodo “terra” na frente (Fz). As orelhas direita e esquerda foram avaliadas separadamente.

Antes da colocação dos eletrodos, foi realizada a limpeza da pele com álcool e pasta abrasiva. A impedância elétrica foi mantida abaixo de 5 Kohms.

A análise dos registros foi feita baseando-se na latência da onda P300, por ser o parâmetro mais estável e confiável na análise do PEALL. Utilizou-se a identificação inicial das três primeiras ondas, que correspondem ao complexo de ondas N1-P2-N2, que aparecem em sequência com polaridade negativa-positiva-negativa, registradas nos traçados frequente e raro, entre 60 e 300ms e, em seguida, a observação do P300,

maior onda positiva, logo após o complexo N1-P2-N2, no traçado do estímulo raro, normalmente em torno de 300ms, variando de 270 a 400ms¹¹. Vale destacar que esta análise foi feita pela própria pesquisadora e por um segundo examinador, para diminuir a possibilidade de erros e aumentar a precisão dos resultados.

Após a realização dos testes comportamentais e eletrofisiológicos, as crianças foram convidadas para participarem de um programa de intervenção fechado, totalizando oito sessões, sendo uma por semana com aproximadamente 30 minutos cada, nas quais foi focado o treinamento das habilidades auditivas. Ao término do período de TA, foi realizada reavaliação comportamental e após um mês desta, uma nova avaliação do PEATE e P300 a fim de garantir as mudanças neurofisiológicas.

O treinamento auditivo foi realizado em sala tratada acusticamente, porém optou-se por não ser em cabine, acreditando-se que pelo vínculo/interação com o sujeito seria mais fácil controlar os fatores distratores de criança e adolescentes com TDAH. As sessões foram elaboradas com materiais disponíveis no mercado, sendo programadas as oito sessões previamente e igual para todos os sujeitos. Em todas as sessões, todas as habilidades auditivas (atenção seletiva, figura-fundo, ordenação e resolução temporal) avaliadas foram trabalhadas, na tentativa de tornar o TA dinâmico pelo diagnóstico de TDAH. O nível de dificuldade de cada tarefa proposta no TA foi regulado com o objetivo de manter o índice de sucesso *versus* erro aproximado de 70/30%¹¹⁹.

Abaixo segue a descrição do treinamento auditivo, pensando nas habilidades auditivas avaliadas em cada teste:

- Habilidade auditiva de atenção seletiva avaliada no teste dicótico não verbal foram utilizados o livro “Exercícios para o desenvolvimento de habilidades do processamento auditivo”¹²⁰ e o Software “Memomusic Treinamento auditivo musical”¹²¹.
- Habilidade de figura-fundo avaliada no teste SSI utilizou-se: “Exercícios para o desenvolvimento de habilidades do processamento auditivo”¹²⁰ e “Escutação, treino auditivo para a vida”¹²².
- Habilidade de figura-fundo avaliada no teste dicótico de dígitos foram utilizados os livros “Exercícios para o desenvolvimento de habilidades do processamento auditivo”¹²⁰, “Software: Duo Training treinamento binaural/dicótico”¹²³; “Habilidades Auditivas e a consciência fonológica: da teoria à prática”¹²⁴; e o software “Escuta ativa valiação e treinamento auditivo neurocognitivo”¹²⁵.
- Habilidade de ordenação temporal avaliada no teste padrão de duração foi utilizado o software “Escuta ativa avaliação e treinamento auditivo neurocognitivo”¹²⁵, o CD auditech e Testes Auditivos Comportamentais Para Avaliação do Processamento Auditivo Central¹²⁶.
- Habilidade de resolução temporal avaliada no GIN foi utilizado o livro “Habilidades Auditivas e a consciência fonológica: da teoria à prática”¹²⁴ e o Software “Escuta ativa avaliação e treinamento auditivo neurocognitivo”¹²⁵.

O treinamento foi realizado por fonoaudióloga, aprimoranda no programa de saúde auditiva no Cepre/FCM/Unicamp, com acompanhamento da pesquisadora responsável, para evitar que os resultados da avaliação influenciassem no treinamento.

Após a coleta de dados, todos os resultados dos testes comportamentais e eletrofisiológicos foram tabulados em planilhas no Microsoft Excel e, em seguida, submetidos à análise estatística. Foram realizadas análises descritivas dos resultados dos testes, a partir da construção de tabelas com valores de média e desvio-padrão, por grupo e por orelha. Para análise estatística foram utilizados os testes não paramétricos de Wilcoxon e de Mann-Whitney. O nível de significância adotado foi de 5% (0,050) que foi destacado em negrito nas tabelas.

Para as variáveis categóricas realizou-se a aplicação do *Teste Exato de Fisher*, com o intuito de verificarmos possíveis diferenças entre ambos os grupos estudados, para as variáveis de interesse.

5. RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentadas as análises da avaliação comportamental e eletrofisiológica de 14 crianças e adolescentes com diagnóstico de TDAH (GE I), sendo 12 (85,70%) meninos e duas (14,30%) meninas. Dentre esses sujeitos que fizeram avaliação comportamental e eletrofisiológica, seis (GE II) participaram do treinamento auditivo e reavaliação, devido à dificuldade para comparecer semanalmente para o mesmo. Constituíram o GC, 17 crianças e adolescentes sem queixas de atenção e/ou aprendizagem.

Tabela 1, que caracteriza a distribuição quanto ao gênero e faixa etária nos grupos estudados.

Tabela 1: Distribuição dos sujeitos avaliados em cada grupo quanto ao gênero e a faixa etária.

	Gênero	8 anos	9 anos	10 anos	11 anos	12 anos	13 anos	14 anos	Total	%
GE I	F	0	0	1	0	0	1	0	2	14,30
	M	1	1	5	1	1	3	0	12	85,70
	Total	1	1	6	1	1	4	0	14	100
GE II	F	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	M	1	1	3	0	0	1	0	6	100
	Total	1	1	3	0	0	1	0	6	100
GC	F	0	2	1	5	0	1	1	10	58,80
	M	1	1	3	1	0	1	0	7	41,20
	Total	1	3	4	6	0	2	1	17	100

Teste Exato de Fisher: GE I X GC: gênero masculino x feminino: p-valor \geq **0.011**

Abaixo estão descritos os resultados da avaliação do PA nos grupos estudados.

Para facilitar a apresentação dos resultados, este capítulo foi dividido em três partes:

PARTE I: Estudo comparativo entre os resultados da avaliação comportamental e eletrofisiológica em crianças e adolescentes com diagnóstico de TDAH (GE I) e crianças e adolescentes sem queixas de atenção e/ou aprendizagem (GC).

PARTE II: Estudo comparativo entre os resultados da avaliação comportamental e eletrofisiológica em crianças e adolescentes com diagnóstico de TDAH pré e pós-treinamento auditivo (GE I e GE II).

PARTE III: Estudo comparativo entre os resultados da avaliação comportamental e eletrofisiológica em crianças e adolescentes com diagnóstico de TDAH pós-treinamento auditivo (GE II) e crianças e adolescentes sem queixas de atenção e/ou aprendizagem (GC).

PARTE I: Estudo comparativo entre os resultados da avaliação comportamental e eletrofisiológica em crianças e adolescentes com diagnóstico de TDAH (GE I) e crianças e adolescentes sem queixas de atenção e/ou aprendizagem (GC).

Nesta primeira parte, foi feita a comparação do Grupo Estudo e Controle, na avaliação tanto comportamental como eletrofisiológica.

A análise estatística da comparação do desempenho das crianças com TDAH – GE I e do GC nos testes de PA, segundo a variável orelha foi apresentada na Tabela 2.

Tabela 2: Crianças e adolescentes do GE I e do GC, considerando o desempenho nos testes monóticos e dicóticos.

Variável			Grupo	n	Média	DP	p-valor*
TDNV	AL	OD	GE I	14	12,86	2,74	0,464
			GC	17	11,71	1,36	
		OE	GE I	14	10,79	2,81	0,195
			GC	17	12,29	1,36	
	AD	OD	GE I	14	22,29	2,05	0,015
			GC	17	23,71	0,77	
	AE	OE	GE I	14	21,79	2,91	0,003
			GC	17	24,00	0,00	
TDD (%)	OD		GE I	14	90,00	7,21	< 0,001
			GC	17	99,12	1,96	
	OE		GE I	14	81,07	10,77	< 0,001
			GC	17	98,82	2,00	
SSI/MCI (%)	0	OD	GE I	14	77,86	14,77	< 0,001
			GC	17	100,00	0,00	
		OE	GE I	14	76,43	15,98	< 0,001
			GC	17	100,00	0,00	
	-10	OD	GE I	14	63,57	12,77	< 0,001
			GC	17	93,53	8,62	
		OE	GE I	14	66,43	18,65	< 0,001
			GC	17	93,53	9,32	
	-15	OD	GE I	14	52,14	12,51	< 0,001
			GC	17	88,82	14,09	
		OE	GE I	14	52,86	18,58	< 0,001
			GC	17	90,59	11,44	

*Teste de Mann-Whitney

Legenda: n= número, M= média, DP= desvio padrão, OD= orelha direita, OE= orelha esquerda, TDNV= teste dicótico não verbal, AL= atenção livre, AD= atenção à direita, AE= atenção à esquerda, TDD= teste dicótico de dígitos, SSI= teste SSI em português, MCI= mensagem competitiva ipsilateral.

Tabela 3: Crianças e adolescentes do GE I e do GC, considerando o desempenho nos testes temporais.

Variável		Grupo	n	Média	DP	p-valor*
TPD (%)	OD	GE I	14	41,19	16,05	< 0,001
		GC	17	74,12	16,14	
	OE	GE I	14	36,67	18,12	< 0,001
		GC	17	71,76	20,28	
GIN (ms)	OD	GE I	14	7,43	2,65	< 0,001
		GC	17	4,41	0,51	
	OE	GE I	14	7,71	2,67	< 0,001
		GC	17	4,59	0,62	
GIN (%)	OD	GE I	14	55,81	18,76	< 0,001
		GC	17	76,73	6,71	
	OE	GE I	14	53,17	19,18	< 0,001
		GC	17	75,96	7,25	

*Teste de Mann-Whitney

Legenda: n= número, M= média, DP= desvio padrão, OD= orelha direita, OE= orelha esquerda, TPD= teste padrão de duração, GIN= gap in noise.

Observando as Tabelas 2 e 3, o p-valor na comparação das médias das medidas do desempenho nos testes de PA, podemos verificar que houve diferença estatisticamente significativa para todos os testes entre os grupos, e que essa média de desempenho foi maior para o GC, com exceção do GIN (ms), pois quanto menor o valor, melhor a resposta.

Esses dados mostram valores objetivos da avaliação de processamento auditivo na comparação de crianças e adolescentes com TDAH e o grupo controle. Essa avaliação pode ser um importante recurso na bateria de testes de avaliação de crianças e adolescentes com sintomas de TDAH para contribuir para o processo de diagnóstico.

A Tabela 4 apresenta as comparações estatísticas das crianças no GE I e GC nos testes eletrofisiológicos, mostrando valores significativos para o P300 e para a onda III e o intervalo I-III no PEATE.

Tabela 4: Crianças e adolescentes do GE I e do GC, considerando as medidas eletrofisiológicas.

Variável		Grupo	n	Média	DP	p-valor*	
P300 (ms)	OD	GE I	14	324,00	23,22	0,049	
		GC	15	308,27	17,30		
	OE	GE I	14	322,71	22,99	0,047	
		GC	15	306,40	22,86		
PEATE (ms)	I	OD	GE I	14	1,43	0,19	0,583
			GC	15	1,37	0,08	
		OE	GE I	14	1,42	0,20	0,930
			GC	15	1,38	0,10	
	III	OD	GE I	14	3,61	0,14	0,137
			GC	15	3,51	0,16	
		OE	GE I	14	3,61	0,17	0,006
			GC	15	3,44	0,13	
	V	OD	GE I	14	5,32	0,30	0,843
			GC	15	5,31	0,14	
		OE	GE I	14	5,34	0,23	0,168
			GC	15	5,25	0,15	
	I - III	OD	GE I	14	2,18	0,19	0,245
			GC	15	2,15	0,13	
		OE	GE I	14	2,19	0,19	0,020
			GC	15	2,05	0,14	
	III - V	OD	GE I	14	1,71	0,29	0,204
			GC	15	1,80	0,15	
		OE	GE I	14	1,74	0,15	0,165
			GC	15	1,82	0,14	
	I - V	OD	GE I	14	3,89	0,35	0,570
			GC	15	3,95	0,16	
		OE	GE I	14	3,92	0,27	0,470
			GC	15	3,87	0,14	

*Teste de Mann-Whitney

Legenda: n= número, M= média, DP= desvio padrão, OD= orelha direita, OE= orelha esquerda.

Obs: 2 sujeitos não realizaram os testes eletrofisiológicos, portanto o n= 15.

PARTE II: Estudo comparativo entre os resultados da avaliação comportamental e eletrofisiológica em crianças e adolescentes com diagnóstico de TDAH pré e pós-treinamento auditivo (GE II).

Nesta segunda parte, foi descrito os achados encontrados na comparação do GE II, com o intuito de verificarmos possíveis diferenças entre ambos os momentos de observação para as variáveis.

Tabela 5: Crianças e adolescentes do GE II, considerando o desempenho nos testes monóticos e dicóticos. (n= 6)

Variável			Grupo	Média	DP	p-valor*
TDNV	AL	OD	GE II PRÉ	13,50	3,94	0,336
			GE II PÓS	11,50	1,76	
		OE	GE II PRÉ	10,17	4,02	
			GE II PÓS	12,33	1,51	
	AD	OD	GE II PRÉ	22,17	2,32	0,109
			GE II PÓS	23,83	0,41	
	AE	OE	GE II PRÉ	21,33	2,94	0,109
			GE II PÓS	23,83	0,41	
TDD (%)	OD		GE II PRÉ	89,58	5,34	0,026
			GE II PÓS	96,25	4,40	
	OE		GE II PRÉ	77,08	13,73	0,027
			GE II PÓS	93,33	6,46	
SSI/MCI (%)	0	OD	GE II PRÉ	85,00	10,49	0,034
			GE II PÓS	95,00	5,48	
		OE	GE II PRÉ	81,67	11,69	
			GE II PÓS	93,33	8,17	
	-10	OD	GE II PRÉ	65,00	10,49	0,026
			GE II PÓS	85,00	10,49	
		OE	GE II PRÉ	65,00	17,61	0,026
			GE II PÓS	91,67	9,83	
-15	OD		GE II PRÉ	55,00	12,25	0,027
			GE II PÓS	83,33	13,66	
	OE		GE II PRÉ	51,67	14,72	0,023
			GE II PÓS	85,00	15,17	

*Postos Sinalizados de Wilcoxon: GE II pré X GE II pós

Legenda: n= número, M= média, DP= desvio padrão, OD= orelha direita, OE= orelha esquerda, TDNV= teste dicótico não verbal, AL= atenção livre, AD= atenção à direita, AE= atenção à esquerda, TDD= teste dicótico de dígitos, SSI= teste SSI em português, MCI= mensagem competitiva ipsilateral.

Tabela 6: Crianças e adolescentes do GE II, considerando o desempenho nos testes temporais. (n= 6)

Variável		Grupo	Média	DP	p-valor*
TPD (%)	OD	GE II PRÉ	33,89	15,41	0,028
		GE II PÓS	60,00	16,60	
	OE	GE II PRÉ	27,22	10,63	0,027
		GE II PÓS	53,89	15,41	
GIN (ms)	OD	GE II PRÉ	8,67	2,07	0,024
		GE II PÓS	4,67	1,75	
	OE	GE II PRÉ	9,33	2,07	0,026
		GE II PÓS	5,50	2,35	
GIN (%)	OD	GE II PRÉ	46,67	14,22	0,028
		GE II PÓS	73,06	11,32	
	OE	GE II PRÉ	43,89	17,94	0,028
		GE II PÓS	73,06	9,63	

*Postos Sinalizados de Wilcoxon: GE II pré X GE II pós

Legenda: n= número, M= média, DP= desvio padrão, OD= orelha direita, OE= orelha esquerda, TPD= teste padrão de duração, GIN= *gap in noise*.

Observando as Tabelas 5 e 6, o p-valor na comparação das médias das medidas do desempenho nos testes de PA, podemos verificar que houve diferença estatisticamente significativa para quase todos os testes entre os grupos, e que essa média de desempenho foi maior para o GE II, com exceção do GIN (ms), demonstrando que houve melhora nas respostas na avaliação comportamental após o treinamento auditivo.

Realizou-se também análise estatística para os testes eletrofisiológicos comparando o pré e pós do GE II, porém não houve diferença estatisticamente significativa. No entanto, observou-se uma diminuição importante na média da latência da onda P300 após o treinamento auditivo no GE II, como mostra a tabela 7.

Tabela 7: Crianças e adolescentes do GE II, considerando as medidas eletrofisiológicas.

Variável		Grupo	Média	DP	p-valor		
P3 (ms)	OD	GE II PRÉ	319,00	24,22	0,416		
		GE II PÓS	304,67	38,82			
	OE	GE II PRÉ	321,67	23,71	0,715		
		GE II PÓS	312,67	42,93			
PEATE (ms)	I	OD	GE II PRÉ	1,45	0,24	0,500	
			GE II PÓS	1,34	0,09		
		OE	GE II PRÉ	1,31	0,06		0,465
			GE II PÓS	1,37	0,21		
	III	OD	GE II PRÉ	3,58	0,05	0,414	
			GE II PÓS	3,61	0,12		
		OE	GE II PRÉ	3,61	0,16		0,416
			GE II PÓS	3,56	0,09		
	V	OD	GE II PRÉ	5,52	0,22	0,684	
			GE II PÓS	5,51	0,24		
		OE	GE II PRÉ	5,44	0,21		0,705
			GE II PÓS	5,44	0,21		
	I - III	OD	GE II PRÉ	2,13	0,27	0,223	
			GE II PÓS	2,27	0,15		
		OE	GE II PRÉ	2,30	0,14		0,463
			GE II PÓS	2,18	0,20		
	III - V	OD	GE II PRÉ	1,94	0,23	0,416	
			GE II PÓS	1,89	0,13		
		OE	GE II PRÉ	1,84	0,12		0,400
			GE II PÓS	1,88	0,20		
I - V	OD	GE II PRÉ	4,08	0,40	0,465		
		GE II PÓS	4,17	0,28			
	OE	GE II PRÉ	4,14	0,19		0,893	
		GE II PÓS	4,28	0,54			

A seguir serão apresentados alguns gráficos de dispersão, em que podemos observar a distribuição dos sujeitos do grupo de estudo pré e pós-treinamento auditivo, segundo o teste aplicado.

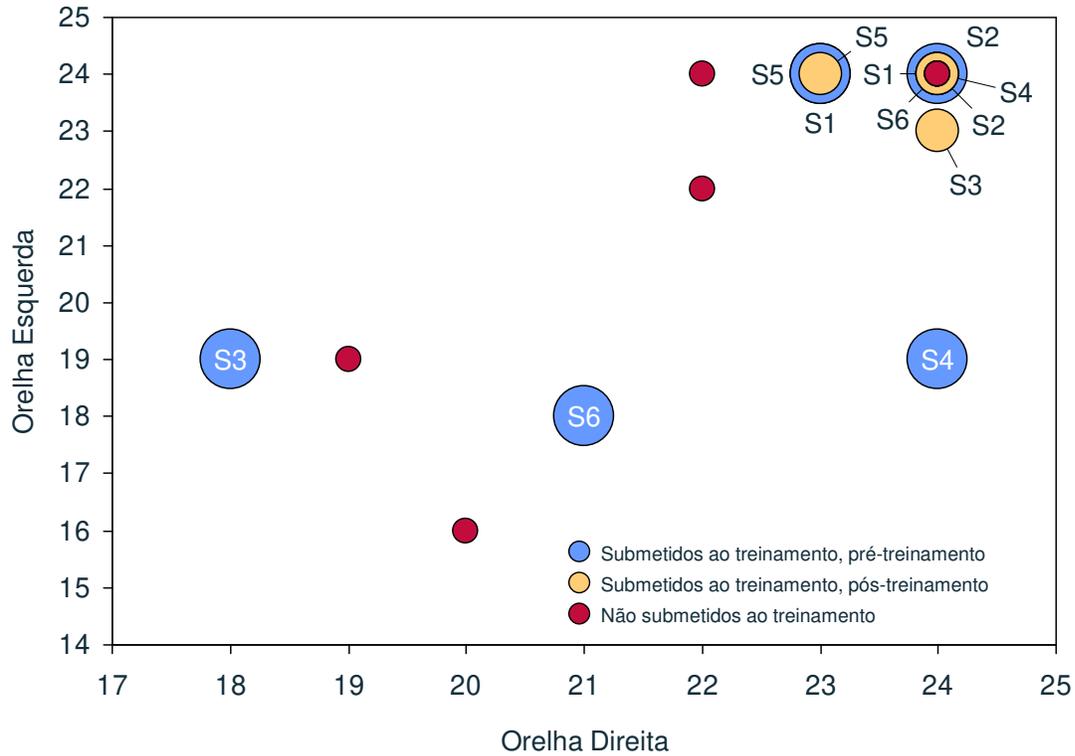


Gráfico 1: Gráfico de dispersão com resultado do teste dicótico não verbal pré e pós-treinamento auditivo.

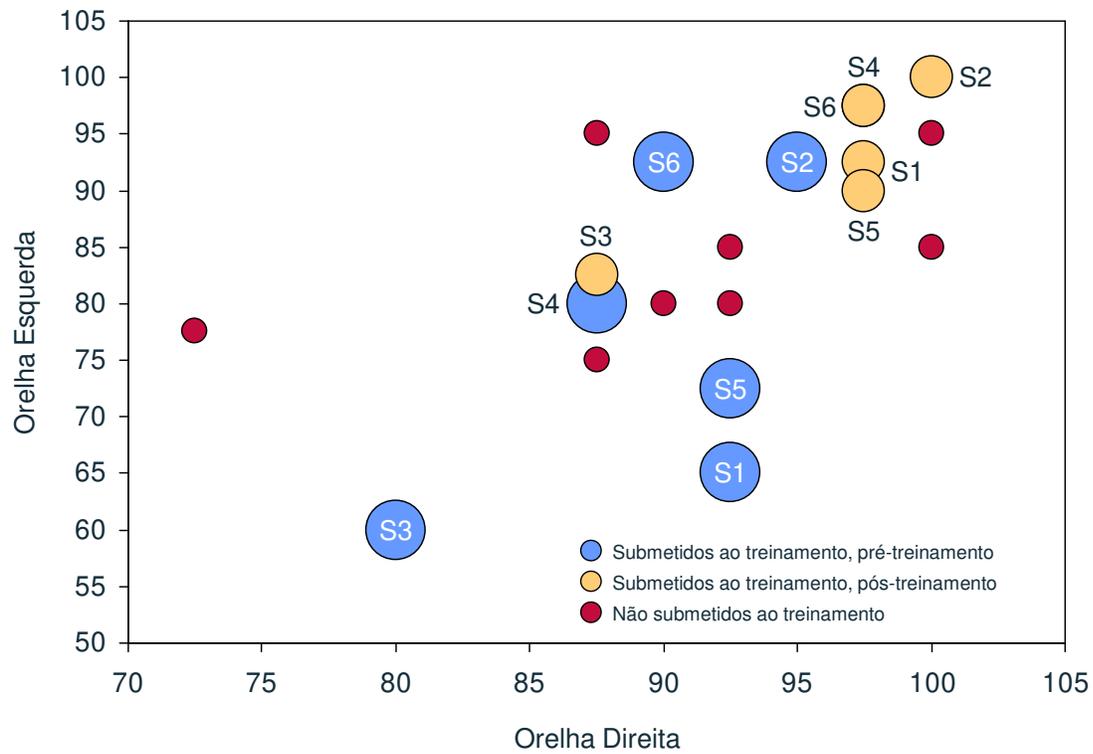


Gráfico 2: Gráfico de dispersão com resultado do teste dicótico de dígitos pré e pós-treino auditivo.

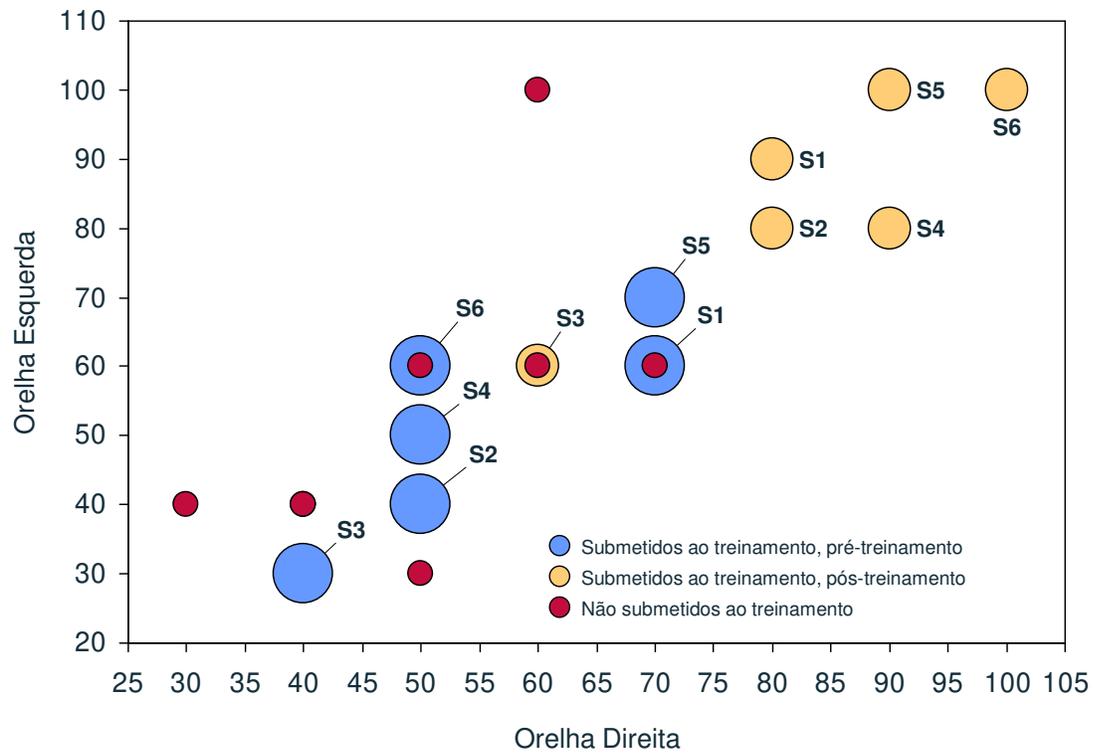


Gráfico 3: Gráfico de dispersão com resultado do teste SSI/MCI -15 pré e pós-treinamento auditivo.

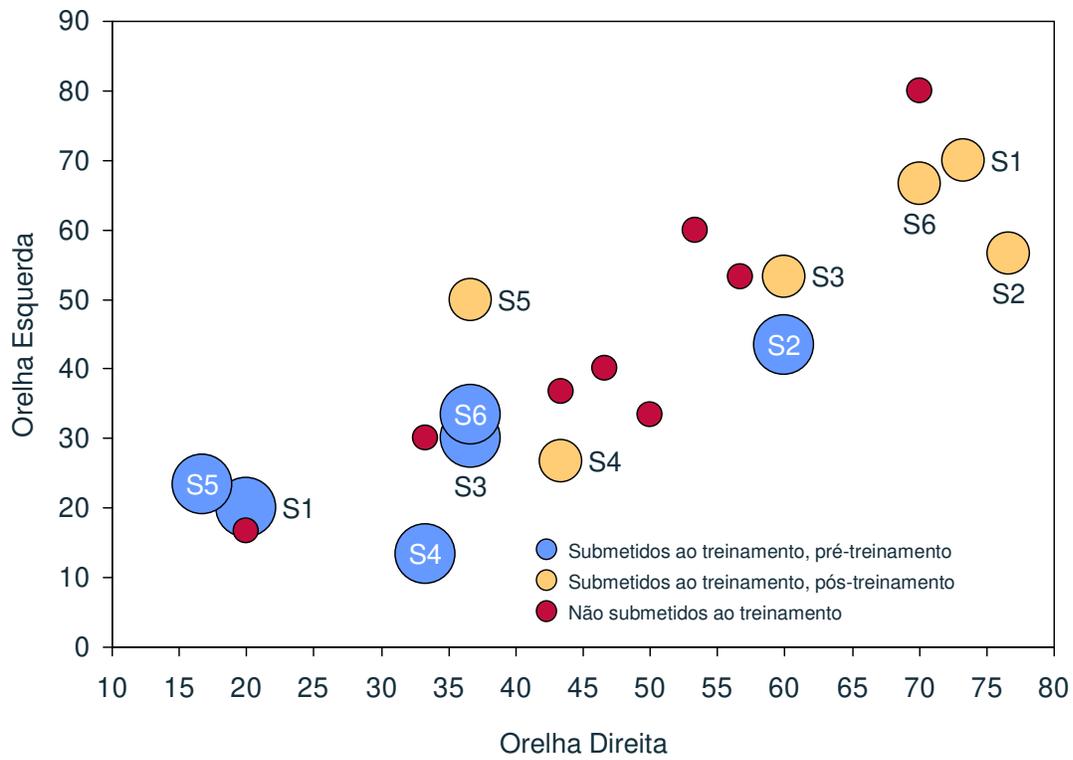


Gráfico 4: Gráfico de dispersão com resultado do teste padrão de duração pré e pós-treinamento auditivo.

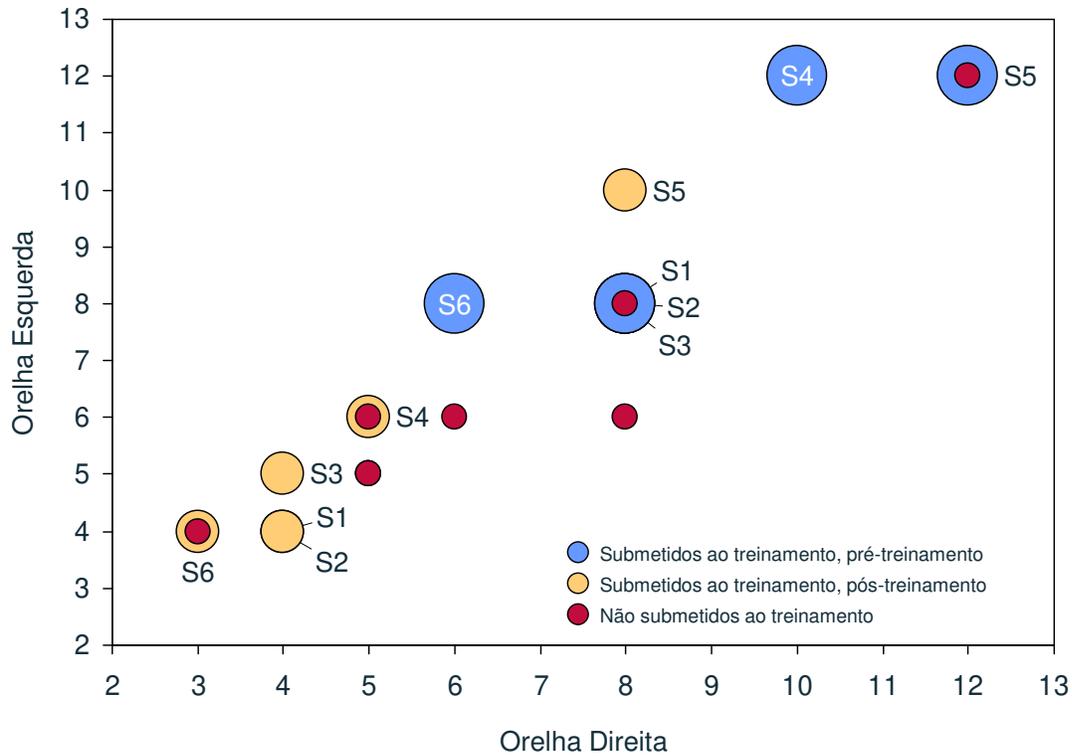


Gráfico 5: Gráfico de dispersão com resultado do teste GIN pré e pós-treinamento auditivo.

Por se tratar de uma amostra não representativa no GE II, com apenas seis sujeitos, os resultados podem, apenas, apontar para as diferenças nos testes aplicados, quando comparado o pré e pós-treinamento auditivo, sugerindo que houve melhora no desempenho destas crianças com diagnóstico de TDAH.

PARTE III: Estudo comparativo entre os resultados da avaliação comportamental e eletrofisiológica em crianças e adolescentes com diagnóstico de TDAH pós-treinamento auditivo (GE II) e crianças e adolescentes sem queixas de atenção e/ou aprendizagem (GC).

Resultados

Nesta terceira parte da descrição dos resultados, foi descrito os achados comparativos entre o GE II e o GC. Abaixo a tabela apresenta os resultados para os testes comportamentais e eletrofisiológicos.

Tabela 8: Crianças e adolescentes do GE II e do GC, considerando o desempenho nos testes monóticos e dicóticos.

Variável		Grupo	n	Média	DP	p-valor	
TDNV	AL	OD	GE II PÓS	6	11,50	1,76	0,768
			GC	15	11,71	1,36	
		OE	GE II PÓS	6	12,33	1,51	0,911
			GC	15	12,29	1,36	
	AD	OD	GE II PÓS	6	23,83	0,41	0,915
			GC	15	23,71	0,77	
	AE	OE	GE II PÓS	6	23,83	0,41	0,092
			GC	15	24,00	0,00	
TDD (%)	OD		GE II PÓS	6	96,25	4,40	0,016
			GC	15	99,12	1,96	
	OE		GE II PÓS	6	93,33	6,46	0,013
			GC	15	98,82	2,00	
SSI/MCI (%)	0	OD	GE II PÓS	6	95,00	5,48	0,002
			GC	15	100,00	0,00	
		OE	GE II PÓS	6	93,33	8,17	0,002
			GC	15	100,00	0,00	
	-10	OD	GE II PÓS	6	85,00	10,49	0,061
			GC	15	93,53	8,62	
		OE	GE II PÓS	6	91,67	9,83	0,640
			GC	15	93,53	9,32	
	-15	OD	GE II PÓS	6	83,33	13,66	0,316
			GC	15	88,82	14,09	
OE		GE II PÓS	6	85,00	15,17	0,409	
		GC	15	90,59	11,44		

Tabela 9: Crianças e adolescentes do GE II e do GC, considerando o desempenho nos testes temporais.

Variável		Grupo	n	Média	DP	p-valor
TPD (%)	OD	GE II PÓS	6	60,00	16,60	0,120
		GC	15	74,12	16,14	
	OE	GE II PÓS	6	53,89	15,41	0,067
		GC	15	71,76	20,28	
GIN (ms)	OD	GE II PÓS	6	4,67	1,75	0,663
		GC	15	4,41	0,51	
	OE	GE II PÓS	6	73,06	11,32	0,462
		GC	15	76,73	6,71	
GIN (%)	OD	GE II PÓS	6	5,50	2,35	0,618
		GC	15	4,59	0,62	
	OE	GE II PÓS	6	73,06	9,63	0,623
		GC	15	75,96	7,25	

Observando as Tabelas 8 e 9, o p-valor na comparação das médias das medidas do desempenho nos testes de PA, podemos verificar que não há diferença estaticamente significativa para quase todos os testes entre os grupos, sugerindo que houve uma aproximação importante nas respostas para os testes comportamentais do GE II após o TA, comprovando que ocorreram modificações comportamentais.

Para os testes DD e SSI em -10 há diferença estatisticamente significativa, apesar dos valores serem próximos e dentro do padrão de normalidade.

Enquanto que na comparação dos GE I e o GC na maioria dos testes comportamentais há diferença estatística, na comparação do GE II e o GC na maioria dos testes comportamentais não há diferença estatística, sugerindo que há similaridades nas médias, e, portanto, o treinamento auditivo foi um importante recurso para reabilitar as habilidades auditivas.

Realizou-se também análise estatística para os testes eletrofisiológicos comparando o GE II e o GC, porém não houve diferença estatisticamente significativa. No entanto, observou-se uma aproximação na média da latência da onda P300 após o treinamento auditivo do GE II e GC, como mostra a tabela 10. Foram encontradas diferenças estatísticas no PEATE para a onda III e o intervalo I-V na orelha esquerda.

Tabela 10: Crianças e adolescentes do GE II e do GC, considerando as medidas eletrofisiológicas.

Variável		Grupo	n	Média	DP	p-valor	
P3 (ms)	OD	GE II PÓS	6	304,67	38,82	0,907	
		GC	15	308,27	17,30		
	OE	GE II PÓS	6	312,67	42,93	0,876	
		GC	15	306,40	22,86		
PEATE (ms)	I	OD	GE II PÓS	6	1,34	0,09	0,665
			GC	15	1,37	0,08	
		OE	GE II PÓS	6	1,37	0,21	0,504
			GC	15	1,38	0,10	
	III	OD	GE II PÓS	6	3,61	0,12	0,241
			GC	15	3,51	0,16	
		OE	GE II PÓS	6	3,56	0,09	0,045
			GC	15	3,44	0,13	
	V	OD	GE II PÓS	6	5,51	0,24	0,055
			GC	15	5,31	0,14	
		OE	GE II PÓS	6	5,44	0,21	0,055
			GC	15	5,25	0,15	
	I - III	OD	GE II PÓS	6	2,27	0,15	0,210
			GC	15	2,15	0,13	
		OE	GE II PÓS	6	2,18	0,20	0,092
			GC	15	2,05	0,14	
	III - V	OD	GE II PÓS	6	1,89	0,13	0,274
			GC	15	1,80	0,15	
		OE	GE II PÓS	6	1,88	0,20	0,637
			GC	15	1,82	0,14	
	I - V	OD	GE II PÓS	6	4,17	0,28	0,078
			GC	15	3,95	0,16	
		OE	GE II PÓS	6	4,28	0,54	0,023
			GC	15	3,87	0,14	

6. DISCUSSÃO

Para um adequado desenvolvimento das habilidades de leitura, escrita, bem como sua interpretação e compreensão é necessária à integridade do sistema nervoso periférico e central, além das habilidades de atenção seletiva e sustentada, discriminação e percepção auditiva, memória de curto e longo prazo e consciência fonológica, habilidades estas que podem ser avaliadas no conjunto de testes do PA.

Analisando-se a distribuição quanto ao gênero e a idade nos grupos estudados (Tabela 1), foram avaliadas 14 crianças para a constituição do GE I, da faixa etária de oito a 14 anos de idade. O maior número de meninos pode ser justificado pelo fator da maior prevalência de meninos com TDAH. Outros estudos ^{127,128,129} também apontaram maior prevalência de meninos do que meninas. As prevalências de meninos e meninas variam entre 2:1 e 3:1 até 9:1 em crianças com TDAH, a depender do estudo¹³⁰.

Neste estudo, a amostra final foi composta por 12 meninos e duas meninas do GE I, com uma proporção de 6:1. Polanczyk e Rohde¹³¹ apontam que, em amostras clínicas, é comum essa prevalência, pois evidências demonstram que meninas apresentam menos sintomas comportamentais do que meninos. Como a coleta dos dados ocorreu com crianças de um ambulatório de referência, é possível que o maior número de queixas comportamentais em meninos tenha afetado a prevalência desse gênero no estudo.

Vale a pena destacar que apesar do Ambulatório de Neuro-Dificuldades de Aprendizagem ser um centro de referência para avaliação e diagnóstico de distúrbios de aprendizagem e atenção e possuir uma amostra direcionada, ainda assim, temos baixa frequência de crianças com TDAH. Observa-se que grande parte das crianças anteriormente avaliadas com queixas similares ao quadro não mantiveram o

diagnóstico após a avaliação da equipe interdisciplinar, evidenciando outros diagnósticos.

Esse dado passa a ser relevante, pois demonstra que uma avaliação mais criteriosa, realizada por equipe interdisciplinar, indo além de apenas aplicar critérios do DSM-IV-TR, leva a diagnósticos mais precisos e, conseqüentemente, com menores taxas de prevalência do transtorno. Rohde et al¹³² relatam a necessidade de o diagnóstico ser bem elaborado, diferenciando os sintomas de desatenção e/ou hiperatividade/impulsividade dentro da normalidade em relação ao sintomas do TDAH. Para isso, os autores referem-se à necessidade de adequada análise dos sintomas seguindo os critérios diagnósticos de forma pertinente.

No GC foram avaliadas 17 crianças da faixa etária de oito a 14 anos, sendo que 10 são do sexo feminino e sete do sexo masculino. Considerando que os professores deveriam encaminhar crianças sem queixas de atenção e/ou aprendizagem, as meninas aparecem em maior quantidade, além da dificuldade de encontrar escolas que aceitassem participar do estudo e pais que concordassem em levar as crianças até a Unicamp para avaliação, não foi possível parear as crianças do GE I e do GC conforme gênero e idade. Outros estudos também justificam a maior prevalência de meninos com distúrbio de linguagem e/ou aprendizagem^{133,134}.

A análise da pesquisa mostrou desempenho estatisticamente pior do grupo com TDAH em todos os testes de PA aplicados, quando comparado ao grupo controle, comprovando pior desempenho em relação às habilidades auditivas sugerindo a existência de uma estreita relação entre as habilidades testadas e o transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (Tabela 2 e 3).

Alguns estudos atribuem esse pior resultado nos teste de PA à hipótese de que crianças com TDAH apresentam alterações de PA como um fenômeno secundário à desatenção que apresentam¹³⁵. No entanto, Schochat et al.¹³⁶, afirma que, apesar do déficit de atenção geralmente caracterizar as duas alterações, realmente há diferenças em relação à natureza da desatenção observada nas duas alterações (o déficit de atenção na criança com TDAH é geralmente persistente e supramodal, enquanto que a criança com alteração de PA apresenta uma alteração restrita na atenção auditiva). Mesmo assim, a alteração de processamento é frequentemente encontrada em crianças com TDAH.

Outra questão está relacionada com a comparação de tarefas específicas de PA. Segundo alguns pesquisadores^{137,138} a criança com TDAH geralmente não apresenta diferenças entre o desempenho de ambas as orelhas em testes dicóticos verbais, como é notado em crianças com alteração de PA primária ou transtornos de aprendizagem. Isso seria explicado pelo fato da criança com TDAH apresentar um fraco desempenho decorrente da desatenção, presente da mesma forma nas duas orelhas testadas, e não de uma alteração de PA específica¹³⁹.

Na avaliação eletrofisiológica, também foram observadas diferenças estatísticas para os valores do P300 quando comparados os GE I e o GC (Tabela 4). Esses resultados corroboram outros estudos^{139,140,141} e podem ser explicados por possíveis dificuldades atencionais e de discriminação auditiva das crianças com TDAH.

Com relação aos achados do componente P300, está de acordo com estudos^{141,142,143} que observaram em suas pesquisas valores normais de latência para o P300 no grupo TDAH, quando comparados aos controles normais. Apesar disso,

foram encontradas diferenças estatísticas na comparação das médias do grupo de estudo e do grupo controle, uma vez que, os dados mostraram um pequeno aumento no tempo de latência das ondas do P300 para os indivíduos com TDAH, em concordância com a literatura que descreveu um aumento no tempo de latência das ondas do P300^{140,141} para os indivíduos com TDAH.

Em relação ao PEATE, ainda na Tabela 4, encontramos valores significativos para a onda III e o interpico I-III, ambos na orelha esquerda. As ondas do PEATE são geradas por uma ou mais estruturas ao longo da via auditiva. A onda III é resultado da atividade da região localizada na junção da ponte, medula e cerebelo, com células arranjadas tonotopicamente, que recebem as informações advindas da cóclea.

As classificações variam de autor para autor, uma das mais bem aceitas é a de Möller et al (1981) que classifica os sítios geradores da seguinte forma: I – Porção Distal do Nervo Auditivo; II – Porção Proximal; III- Núcleos Cocleares; IV- Complexo Olivar Superior; V- Lemnisco Lateral; VI- Colículo inferior; VII – Corpo Geniculado Medial.

O núcleo coclear tem a importante função de análise de frequência e de tempo, sendo que a maioria de suas fibras nervosas apresenta projeção contralateral, apesar de algumas fibras ainda permanecerem ipsilateral. É nesta etapa que se iniciam as análises sensoriais complexas e diminuem os sinais de ruído de fundo. Estes dados do PEATE estão em concordância com os testes temporais que apresentaram o p-valor significativo na comparação do GE I e o GC, levando em consideração que a análise da latência permite a observação do estímulo auditivo do nervo até o tronco encefálico possibilitando a identificação de lesões e/ou disfunções no SNAC.

Um estudo utilizando potencial evocado auditivo de tronco cerebral mostrou alterações significativas com latência nas ondas III e V em crianças com TDAH. Esses achados sugerem a existência de condução assimétrica dos estímulos na via auditiva, ocorrendo atraso nos tempos de condução central do estímulo sonoro o que pode repercutir na sintomatologia e no curso do transtorno¹⁴⁴.

Na segunda parte dos resultados, em que estão as análises correspondentes aos testes monóticos e dicóticos do processamento auditivo, de crianças com TDAH, observamos que houve melhora após o treinamento auditivo (Tabela 5 e 6), isso mostra que as habilidades auditivas podem ser aprimoradas com o treinamento e que o melhor desempenho na função auditiva está relacionado diretamente com a capacidade de modificação do sistema nervoso central. As mudanças no SNAC ocorridas após o TA são fundamentadas na plasticidade do sistema nervoso central^{13,14,145}.

A plasticidade do SNAC é a base do sucesso do TA, e os PEALL, 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 (tabela 7). Quando comparados os valores das médias de latência dos sujeitos antes e após o TA, verificamos menor valor da média das latências do P300 na avaliação final (após o TA) na comparação com a avaliação inicial (antes do TA), mesmo essa diferença não sendo estatisticamente significante, pois se acredita que a latência diminui à medida que a criança supera suas dificuldades^{11,145}.

Além disso, a origem do P300 é complexa, múltipla e ainda mal compreendida. As áreas que possivelmente contribuem para sua geração são o hipocampo, o córtex

auditivo, córtex centro-parietal e córtex frontal¹¹. Áreas que se assemelham a das funções cognitivas envolvem várias capacidades, como atenção, percepção, praxias, gnosias, linguagem, memória e funções executivas^{146,147}. Essas funções corticais superiores incluem papéis diferenciados e interativos de regiões pré-frontais (dorsolateral, orbital, ventral e cíngulo anterior), como também o córtex parietal, occipital e temporal, núcleo da base, hipocampo, amígdala cerebral, ínsula, hipotálamo e tronco cerebral^{148,149}. Essas áreas, por sua vez, trata-se das áreas envolvidas no TDAH. Primeiramente, creditou-se às áreas pré-frontal-estriatal como alteradas em pessoas com TDAH, sendo posteriormente acrescentadas áreas cerebelares também envolvidas no transtorno. Ocorrendo principalmente por que os circuitos pré-frontais estriatais são responsáveis pelo funcionamento das funções executivas e as disfunções desses processos estão correlacionadas ao TDAH¹⁴⁹. Com base nesse funcionamento, acredita-se que esta seja uma possível justificativa para a diferença de latência no P300 encontrada neste estudo.

Na terceira parte da análise dos resultados, no qual foi feita a comparação entre os resultados da avaliação comportamental e eletrofisiológica em crianças e adolescentes com diagnóstico de TDAH pós-treinamento auditivo (GE II) e crianças e adolescentes sem queixas de atenção e/ou aprendizagem (GC). Considerado os testes comportamentais (Tabelas 8 e 9), a maioria dos testes mostrou não ser significativa a diferença entre o GE II pós-treinamento e o GC, o que pode ser justificado pela plasticidade do SNAC. Apenas o TDD e o SSI/MCI (0) apresentaram valores estatisticamente significantes, ou seja, nestes testes as médias encontradas ainda não são semelhantes e o GC apresenta desempenho melhor, mesmo após o TA.

Na análise dos testes eletrofisiológicos, o P300 não apresentou valores significativos, comprovando que houve uma aproximação importante nas médias das latências do GEII e o GC. O mesmo aconteceu em relação ao PEATE. Na onda III observamos valores significativos, uma vez que houve diminuição da latência, quando comparado aos valores do pré-treinamento auditivo, o que pode ser justificado pelo aumento do número de conexões sinápticas ocorridas pela plasticidade neural devido ao treinamento auditivo. O interpico I-V também apresentou valores estatisticamente significativos, porém esse achado não tem relevância clínica, uma vez que uma piora ocorreria nos resultados pós-treinamento. Outros fatores devem ter contribuído com esse dado, o que possibilita que novos estudos sejam realizados para verificar esses achados.

Outra análise importante é em relação ao funcionamento das orelhas. Nesse estudo, por meio dos testes comportamentais e eletrofisiológicos, foi possível observar uma diferença entre as orelhas, com melhor desempenho da OD.

Vale destacar que, por se tratar de uma população pequena, os dados apenas apontam para as mudanças ocorridas, mas mesmo assim, o P300 mostrou-se ser um importante recurso para avaliação inter-sujeito, inclusive no uso clínico em pacientes submetidos à reabilitação. Além disso, o PEATE a cada dia torna-se mais um procedimento para averiguar a sincronia auditiva e, portanto, o funcionamento dos neurônios após a estimulação auditiva, como foi visto neste estudo.

Os dados referentes à latência do P300 no grupo de sujeitos que foram acompanhados em TA, sugerem que a estimulação auditiva realizada, induziu a mudanças no SNAC, as quais puderam ser monitoradas por meio do P300¹⁵⁰, sendo

que o P300 se mostrou ser uma importante ferramenta para monitoramento da evolução das habilidades auditivas. Alguns estudos ressaltaram a utilização do P300 nas alterações de PA ^{145,151}.

O presente estudo possibilitou maior conhecimento dos testes comportamentais e eletrofisiológicos em crianças com TDAH e a melhora após o treinamento auditivo. É fundamental determinar a existência do comprometimento das habilidades auditivas em crianças com TDAH, pois deste modo, será possível estabelecer estratégias para o tratamento, uma vez que o prejuízo causado pelo comprometimento no processamento auditivo afeta tanto a aquisição quanto o desenvolvimento da linguagem oral e escrita, educacional e social.

A associação desses dois métodos de avaliação permitiu uma melhor compreensão dos distúrbios do PA, sendo que um exame não substitui o outro. No entanto, é necessário que um maior número de indivíduos seja investigado, para um melhor entendimento dos aspectos relacionados ao TDAH.

7. CONCLUSÃO

Foram observadas diferenças estatísticas nos resultados dos testes comportamentais e eletrofisiológicos de crianças com diagnóstico de TDAH, deste modo, concluímos que há uma relação entre esse transtorno e o PA. Além disso, após a realização do treinamento auditivo, houve melhora resultando em modificações nas habilidades auditivas.

Esse estudo mostrou que o treinamento auditivo pode ser uma importante ferramenta na intervenção de crianças e adolescentes com TDAH, e deste modo, contribuir na melhora do desempenho no processo de aprendizagem.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Northern JL, Downs MP. Audição na infância. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan S. A.; 2002.
2. Farias L.S., Toniolo I.F., Cóser P.L. P300: avaliação eletrofisiológica da audição em crianças com e sem repetência escolar. R Bras Otorrinolaringol 2004; 70(2): 194-9.
3. Pereira L.D. Sistema auditivo e desenvolvimento das habilidades auditivas. In: Fernandes FDM, Mendes BCA, Navas ALPGP, Tratado de Fonoaudiologia. 2ed. – São Paulo: Roca, 2010.
4. Cestnick L, Jerger J. Auditory Temporal processing and lexical/nonlexical reading in developmental dyslexics. J. Am. Acad. Audiol. 2000; 11(9): 501-513.
5. Barreiro FCAB, Zaidan E. Processamento auditivo (central): fundamentos e avaliação. In: Knobel KAB, Nascimento LCR, Habilidades auditivas e consciência fonológica: da teoria à prática – Barueri: Pró-fono, 2010.
6. American Speech Language-Hearing Association (ASHA). (Central) Auditory processing disorders. Rockville, 2005.
7. Pereira, L.D.; Navas, A.L.G.P.; Santos, M.T.M. – Processamento Auditivo: Uma abordagem de associação entre a audição e a linguagem. In: Santos, M.T.M.; Navas, A.L.G.P. – Distúrbios de leitura e escrita – Teoria e Prática. São Paulo, Manole, 2002, cap. 3, p. 75-95.
8. Mazzoni HMO, Tabaquim MLM. Distúrbio de conduta e transtorno de déficit de atenção/hiperatividade: uma análise diferencial. Revista de Psicologia, Fortaleza, v. 1 n. 1, p. 63-74, jan./jun. 2010.

9. American Psychiatric Association (APA). DSM-IV-TR: Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais. 4 ed.rev. trad. Cláudia Dornelles. Porto Alegre: Artes Médicas; 2002.
10. Biederman J. Attention-deficit/hyperactivity disorder: a selective overview. *Biol Psychiatry* 2005; 57: 1215-20.
11. Sousa LCA, Piza MRT, Alvarenga KF, Cóser PL. Eletrofisiologia da Audição e emissões Otoacústicas - Princípios e aplicações clínicas. Novo Conceito; 2008.
12. Fujioka T, Ross B, Kakigi R, Pantev C, Trainor LJ. One year of musical training affects development of auditory cortical-evoked fields in young children. *Brain* 2006; 129: 2593-2608.
13. Musiek FE, Shinn JMS, Hare CMA. Plasticity, auditory training and auditory processing disorders. *Semin Hear.* 2002;23(4):263-76.
14. Bellis TJ. Developing deficit-specific intervention plans for individuals with auditory processing disorders. *Semin Hear.* 2002;23(4):287-95.
15. Murphy C.F.B. Desenvolvimento de software para treinamento auditivo e aplicação em crianças com dislexia. [Dissertação]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo; 2008.
16. American Academy of Pediatrics, Joint Committee on Infant Hearing. 1994 Position Statement. *Pediatrics*, 70, p.196-7,1982.
17. Azevedo FA. Triagem Auditiva Neonatal. In: Ferreira LP, Lopes DMB, Limongi SCO. Tratado de Fonoaudiologia. São Paulo: Roca, 2004. p. 604-16

18. Bellis TJ. Neuromaturation and Neuroplasticity of the Auditory System. In: Bellis TJ. Assessment and Management of Central Auditory processing Disorders in the Educational Setting. From Science to Practice. Canada: Thomson deliviar Learning; 2003. Capítulo 3, p 103-139
19. Ferre JM. Processing power. A guide to CAPD. Assessment and management. Texas: Communication Skill Builders, 1997; 186p.
20. Munhoz MSL, Caovilla HH, Silva MLG, Ganança MM (eds.). Audiologia clínica. São Paulo: Atheneu, 2003.v2. Série otoneurológica; 284p.
21. Chermak GD, Musiek FE. Central auditory processing disorders: new perspectives. San Diego: Singular Publishing Group, 1997; 374p.
22. Northern JL, Downs MP Desenvolvimento auditivo e Intervenção Precoce. In: Northern JL, Downs MP. Hearing in children. 5rd ed. Lippincott, Williams e Wilkens, Cap.5, p. 104-128, 2002
23. Musiek FE, Gollegly KM. Maturational considerations in the neuroauditory evaluation of children. In: Bess (Ed). Hearing Impairment in Children. Parkton, MD: York Press, 1988.
24. Musiek FE, Chermack GD. Neurobiology of the Central Auditory Nervous System Relevant to the Central Auditory Processing. In: Musiek FE, Chermack GD. Central Auditory Processing Disorders: new perspectives. Singular Publishing Group, London, Cap 2, p. 27-70, 1997.

25. Bellis TJ. Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting: from science to practice. 2 Ed. New York: Thomson Delmar Learning; 2003.
26. Schochat E. Desenvolvimento e maturação do sistema nervoso auditivo central em indivíduos de 7 a 16 anos de idade [Tese - Livre-Docência]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo; 2001.
27. 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(2): 220-236.
28. Kraus N. Auditory pathway encoding and neural plasticity in children with learning problems. Audiol Neurotol. 2001; 6(4): 221-227.
29. ASHA (Central) Auditory Processing Disorders. Working group on Auditory Processing Disorders. Technical Report. p1-20. <http://www.asha.org/docs/html/tr2005-00043.html>, 2005.
30. ASHA Task Force on Central Auditory Processing Consensus Development. Central auditory processing: current status of research and applications for clinical practice. Am. J. Audiol. 1996; 5(2):41-54.
31. Pereira, L.D. Identificação de desordens do processamento auditivo central através de observação comportamental: organização de procedimentos padronizados. In: Schochat, E. Processamento auditivo. São Paulo: Lovise; 1996; p:43-56.

32. Alvarez AMMA, Caetano AL, Nastas SS. Processamento auditivo central. O que é isto? Fono Atual. 1997; 1(1):17-8.
33. Momensohn-Santos TM, Branco-Barreiro FCA. Avaliação e Intervenção Fonoaudiológica no Transtorno de processamento Auditivo. In: Ferreira LP, Lopes DMB, Limongi SCO. Tratado de Fonoaudiologia. São Paulo: Roca, cap. 43 , p. 597-604, 2004.
34. Katz J, Wilde L. Auditory perceptual disorders in children. In: Katz J. Handbook of clinical audiology. 3ª ed. Baltimore, Willians &Willians, 1994.
35. Amaral, MIR, Processamento auditivo temporal: desempenho auditivo de escolares no Teste Gin – Gap in noise [Dissertação]. Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas; 2010.
36. Bellis TJ. Historical foundations and the nature of (central) auditory processing disorder. In: Handbook of (central) auditory processing disorder: auditory neuroscience and diagnosis. Musiek FE, Chermak GD. San Diego: Singular Publishing Group, 2007; v1. 119-36.
37. Bocca E, Calearo C, Cassarini V. A new method for testing hearing in temporal lobe tumours: preliminary report. Acta Otolaryngol 1954; 44(3):219-21.
38. Broadbent DE. The role of auditory localization in attention and memory span. J Exp Psychol 1954; 47(3):191-6.
39. Kimura D. Some effects of temporal lobe damage on auditory perception. Can J Psychol 1961; 15:156-65.

40. Kimura D. Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli. *Can J Psychol* 1961; 15:166-71.
41. Musiek, F.E., Pinheiro, M.L. Dichotic speech tests in the detection of central auditory dysfunction. In: *Assessment of central auditory dysfunction foundation and clinical correlates*. Baltimore, Williams & Wilkins. 1985; p:201-17.
42. Bakker, D.J.; Hoefkens, M. & Vlugt, H.V. - Hemispheric specialization in children as reflected in the longitudinal development of ear asymmetry. *Cortex*. 1979; 15:619-25.
43. Hackett TA, Preuss TM, Kaas JH. Architectonic identification of the core region in auditory cortex of macaques, chimpanzees, and humans. *J Comp Neurol*. 2001;441:197-222.
44. Penhune VB, Zatorre RJ, MacDonald JD, Evans AC. Interhemispheric anatomical differences in human primary auditory cortex: probabilistic mapping and volume measurement from magnetic resonance scans. *Cereb Cortex*. 1996; 6(5):661-72.
45. Musiek FE, Reeves AG. Asymmetries of the auditory areas of the cerebrum. *J Am Acad Audiol*. 1990;1:240-5.
46. Kimura, D. A note on cerebral dominance in hearing. *Acta Otolaryngol*. 1963;56:617-618.
47. Colella-Santos MF. *Processamento Auditivo Central: Teste Dicótico de Dígitos em indivíduos normais [Dissertação]*. São Paulo (SP): Universidade Federal de São Paulo; 1998.

48. Neves IF, Schochat E. Maturação do processamento auditivo em crianças com e sem dificuldades escolares. *Pró-fono*. 2005; 17(3): 311-20.
49. Bamiou DE, Musiek FE, Luxon LM. Etiology and clinical presentations of auditory processing disorders. *Arch Dis Child.*, v 85, n.5, p.361-365, 2001.
50. Chermak GD, Musiek FE. Auditory training: principles and approaches for remediating and managing auditory processing disorders. *Sem Hear.*, v 23, n 4, p. 297-308, 2002.
51. Heirvang E, Stevenson J, Hugdahl K. Auditory processing in children with dyslexia. *J. Chil. Psyc. Psych.*, v43, n.7, p. 931-938, 2002.
52. Moncrieff DW, Musiek FE. Interaural asymmetries revealed by dichotic listening tests in normal and dyslexic children. *J Am. Acad. Audiol.*, v13, n. 8, p. 428-437, 2002.
53. Purdy SC, Kelly AS, Darvies MG. Auditory brain stem response, middle latency response, and late cortical evoked potentials in children with learning disabilities. *J. Am. Acad. Audio.*, v.13, n.7, p. 367-382, 2002.
54. King WM. Comorbid auditory processing disorder in developmental dyslexia. *Ear Hear.*, v.24, n.5, p. 448-456, 2003.
55. Befi DM, Carvallo RMM. Processamento auditivo central em alterações do desenvolvimento da linguagem. *Pro Fono* 1998; 10:47-50.
56. Sharma M, Purdy SC, Kelly AS. Comorbidity of auditory processing, language, and reading disorders. *J Speech Lang Hear Res* 2009; 52(3):706-22.

57. Pinheiro, F.H., Oliveira, A.M., Cardoso, A.C.V., Capellini, S.A. Teste de escuta dicótica em escolares com distúrbio de aprendizagem. Braz. J. Otorhinolaryngol. São Paulo; Mar./Apr. 2010; v.76, no.2.
58. Quintas, V.G., Attoni, T.M., Keske-Soares, M., Mezzomo, C.L. Processamento auditivo e consciência fonológica em crianças com aquisição de fala normal e desviante. Pró-Fono: Barueri; Oct./Dec. 2010; v.22, n.4.
59. Fellipe ACN. Processamento Auditivo e Problemas de Leitura-Escrita. In: Aquino AMCM. Processamento Auditivo - Eletrofisiologia e Psicoacústica. s/n. ed. São Paulo: Lovise; 2002.
60. Kumar A, Jayaram M. Auditory processing in individuals with auditory neuropathy. Behav Brain Funct. 2005; 1:21-28.
61. Rance G. Auditory neuropathy/dys-synchrony and its perceptual consequences. Trends Amplif . 2005; 9:1-43.
62. Gibson W, Sanli H. Auditory neuropathy: an update. Ear Hear. 2007; 28(Suppl.):102S-106S.
63. Shinn JB, Chermak GD, Musiek FE. GIN (Gap in Noise) Performance in the Pediatric Population. J Am Acad Audiol. 2009; 20:229-238.
64. Milner, B. Laterality effects in audition. In V.B. Moutcastle (Ed). Interhemispheric relations and cerebral dominance. Baltimore: John Hopkins Press; 1962; p:117-195.

65. Milner, B., Kimura, D., Taylor, L.B. Nonverbal auditory learning after frontal or temporal lobectomy in man. Paper presented at a meeting of the Eastern Psychological Association. Boston, Massachusetts; 1965.
66. Shankweiler, D. Effects of temporal lobe damage on perception of dichotically presented melodies. *Journal of comparative and Physiological Psychology*. 1966; 62: 115-119.
67. Moore BCJ. *An introduction to the psychology of hearing*. 5. ed. San Diego: Academic Press; 2003: 373.
68. Phillips DP. Neural representation of stimulus times in the primary auditory cortex. *Ann N Y Acad Sci*. 1993; 682(1):104-18.
69. Shinn JB. Temporal processing: the basics. *Hear J*. 2003; 56(7):52.
70. Samelli AG, Schochat E. The gap-in-noise test: gap detection thresholds in normal hearing young adults. *Int J Audiol*. 2008; 47(5):238-45
71. Balen SA. Reconhecimento de padrões auditivos de frequência e de duração: desempenho de crianças escolares de 7 a 11 anos [Tese – Doutorado]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo; 2001.
72. Corazza, M.C.A. Avaliação do processamento auditivo central em adultos: teste de padrões tonais auditivos de frequência e teste de padrões tonais auditivos de duração [Tese – Doutorado]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina; 1998.

73. Musiek, FE, Zaidan, EP, Baran, JA, Shinn, JB, Jirsa, RE. Assessing temporal processes in adults with LD: the GIN test. In: Convention of American academy of audiology. Salt Lake City: USA. Annals; April 2004; p.203
74. Musiek FE, Shinn JB, Jirsa R, Bamiou JA et al. GIN (Gaps in Noise) Test Performance in Subjects with confirmed Central Auditory Nervous System Involvement. *Ear Hear.* 2005; 26(6):608-18.
75. McCroskey, R.L., Kidder, H.C. Auditory fusion among learning disabled, reading disable, and normal children. *Journal of learning disabilities.* 1980; v.13, n.2:18-25.
76. Perez, A.P., Pereira, L.D. O teste Gap in Noise em crianças de 11 e 12 anos. *Pró-Fono.* Jan-mar 2010; 22(1):7-12.
77. Balen SA, Liebel G, Boeno MRM, Mottecy CM. Resolução Temporal de crianças escolares. *Rev Cefac [online].* 2009; 11:52-61.
78. Chermak GD, Musiek FE, editors. Handbook of (Central) auditory processing disorder. *Comprehensive intervention.* San Diego: Plural Publishing; 2006; (2).
79. Gielow I. Terapia para Desordem do Processamento Auditivo Central em Crianças: Estratégias Baseadas em Experiência Clínica. In: Pereira LD, Schochat E. *Processamento Auditivo Central - Manual de Avaliação* s/n. ed. São Paulo: Lovise; 1997.
80. Musiek FE, Berge B. A neuroscience view of auditory training/stimulation and central auditory processing disorders. In: Masters M, Stecker N, Katz J, editors.

- Central auditory processing disorders: mostly management. Boston: Allyn & Bacon. 1998; 2:15-32.
81. Hayes EA, Warrier CM, Nicol TG, Zecker SG, Kraus N. Neural plasticity following auditory training in children with learning problems. *Clinical Neurophysiology*. 2003; 114, 673-648.
82. Bamford J. Auditory training – What is it, what is it supposed to do, and does it do it? *Br J Audiol*. 1981; 15:75-8.
83. Tallal P, Miller SL, Bedi G, Byma G, Xiaoquin W, Skikantan SN et al. Language comprehension in language learning impaired children improved with acoustically modified speech. *Science*. 1996;271:81-84.
84. Musiek, FE. Central auditory tests. *Scand Audiol*. 1999; 28 Suppl (51): 33-46.
85. Kraus N, McGree TL, Carrel TD, Zecker SG, Nicol T, Koch DB. Auditory neurophysiologic responses and discrimination in children with learning problems. *Science*. 1996; 273:971-73.
86. Graffman J. Conceptualizing functional neuroplasticity. *J Commun Disord*. 2000; 33:346-56.
87. Purdy SC, Kelly AS, Thome PR. Auditory evoked potentials as measures of plasticity in humans. *Audiol Neurolo*. 2001; 6:211-5.
88. Gil D et al. Efeito do treinamento auditivo para percepção musical nos testes de frequência e duração. *Acta AWHO* 2000; 19(2): 64-67.

89. Matas CG, Magliaro FCL. Introdução aos potenciais evocados auditivos e potencial evocado auditivo de tronco encefálico. In: Bevilacqua MC et al. (Eds.), Tratado de Audiologia. São Paulo: Santos; 2012.p.181-195.
90. Reis ACMB, Frizzo ACF. Potencial evocado auditivo de longa latência. In: Bevilacqua MC et al. (Eds.), Tratado de Audiologia. São Paulo: Santos; 2012.p.231-260.
91. Colafêmina JF, Fellipe ACN, Junqueira CAO, Frizzo AC. Potenciais evocados auditivos de longa latência (P300) em adultos jovens saudáveis: um estudo normativo. Rev Bras Otorrinolaringologia. 2000; 66(2):144-8.
92. Jirsa RE. Clinical Efficacy of eletrophysiologic measures in APD management programs. Seminars in Hearing. 2002;23(4):349-55.
93. Picton TW, Woods DL, Proulx GB. Human auditory sustained potentials. The nature of the response. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 1978,45: 186-197.
94. Jirsa RE. The clinical utility of the P3 AERP in children with auditory processing disorders. J Speech Hear Res. 1992; 35: 903-12.
95. 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, p. 63-86.
96. Rohde LAP. Transtorno de déficit de atenção / hiperatividade: O que é? Como ajudar? Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.

97. Barkley RA. Transtorno de Déficit de Atenção / Hiperatividade – guia completo para pais, professores e profissionais da saúde. Porto Alegre: Artmed, 2002.
98. Taylor E, Sonuga-Barke E. Disorders of Attention and Activity In: Rutter M, Bishop DVM, Pine D, Scott S, Stevenson J, Taylor E, Thapar A. (Ed) Rutter's child and adolescent psychiatry (5th ed), Oxford, Blackwell;2008.
99. Coghill D. The impact of medication on quality of life in ADHD: a systematic review. *CNS Drugs*,2010;24 (10):843-66
100. Bradley C. The behavior of children receiving benzadrine. *Am. J Psychiatry*, 1937;94:577-585.
101. Domingos NAM; Risso KRO. Transtorno de déficit de atenção e a hiperatividade infantil. In: Silvaes EFM (Org.). Estudos de casos em psicologia clínica comportamental infantil. Campinas, SP: Papyrus, 2000. Cap. 3, p. 63-83.
102. Biederman J, Wilens T, Mick E, Spencer T, Faraone SV. Pharmacotherapy of AD/HD reduces risk for substance use disorders. *Pediatrics*, 1999;104: 1-5.
103. Mannuzza S, Klein RG, Truong NL et al. Age of methylphenidate treatment initiation in children with ADHD and later substance abuse: prospective follow-up into adulthood. *Am J Psychiatry*, 2008;165:604-9.
104. Sonuga-Barke EJS, Brandeis D, Cortese S et al. Nonpharmacological interventions for ADHD: systematic review and meta- analyses of randomized controlled trials of dietary and psychological treatments. *Am J Psychiatry*,2013;170:275-89.

105. Porto CS. Síndromes Frontais: Avaliação Neuropsicológica. In: Nitrini R, Caramelli P, Mansur LL (Org.). Neuropsicologia: das bases anatômicas à reabilitação. São Paulo: Clínica Neurológica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 1996.
106. Kolb B, Wishaw IQ. Neurociência do Comportamento. SP: Manole, 2003.
107. Brasil. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 196 de 10 de outubro de 1996. Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Disponível em: http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/reso_96.htm
108. Organização Mundial da Saúde (OMS). CID-10: Classificação de Transtornos Mentais e de Comportamento: descrições clínicas e diretrizes diagnósticas. Coord. Organiz. Mundial de Saúde. Décima Revisão. Porto Alegre: Artes Médicas; 2008.
109. Lloyd LL, Kaplan H. Audiometric interpretation: a manual of basic audiometric. Baltimore: University Park Press; 1978.
110. Pereira, LD; Gentili,C.; Osterne, FJV; Borges, ACL; Fukuda, Y.- Considerações preliminares no estudo do teste de fala com ruído em indivíduos normais. Acta Awho,11: 119-22,1992.
111. Carvalho, MMR. – Fonoaudiologia: Informação Para Formação. Procedimentos em Audiologia. São Paulo, 1ª edição, Ed Guanabara Koogan, 2003.

112. Pereira LD, Schochat E. - Processamento Auditivo Central – Manual de Avaliação. São Paulo, Lovise, 1997.
113. Musiek FE. Frequency (pitch) and duration patterns tests. J Am Acad Audiol 1994; 5(4):265-8.
114. Ortiz KZ, Pereira LD. Não-Verbal de Escuta Direcionada. In Pereira LD, Schochat E. Processamento Auditivo Central – manual de avaliação. São Paulo: Lovise; 1997; p:151-8.
115. Colella-Santos MF, Pereira LD. Escuta com Dígitos. In Pereira LD, Schochat E. Processamento Auditivo Central – manual de avaliação. São Paulo: Lovise; 1997; p: 147-150.
116. Kalil DM, Ziliotto KN, Almeida CIR. SSI em Português. In Pereira LD, Schochat E. Processamento Auditivo Central – manual de avaliação São Paulo: Lovise; 1997; p:129-138.
117. Schochat, E., Rabelo, C.M., Sanfins, M.D. Processamento Auditivo Central: testes tonais de padrão de frequência e duração em indivíduos normais de 7 a 16 anos de idade. Prófono. 2000; 12(2): 1-7.
118. Amaral, M.I.R., Colella-Santos, M.F. Resolução temporal: desempenho de escolares no teste GIN – Gaps-in-noise. Brazilian Journal of Otorhinolaryngology. 2010; 76(6):1-8.
119. Musiek FE, Schochat E. Auditory Training and Central Auditory Processing Disorders. Semin Hear. 1998; 19(4):357-66.

120. Schettini RC, Rocha TC, Almeida ZLDM. Exercícios para o desenvolvimento de habilidades do processamento auditivo. 3. ed. Ribeirão Preto, SP: Book Toy, 2011.
121. Software: Memomusic Treinamento auditivo musical (GIELOW);
122. Gielow I. Escutação, treino auditivo para a vida. São Paulo: Thot Cognição e linguagem, 2008.
123. Software: Duo Training treinamento binaural/dicótico (SANCHEZ, Alvarez);
124. Knobel KAB, Nascimento LCR, organizadoras; Souza APR, Wertzner HF, Zorzi JEL, editores científicos. Habilidades Auditivas e a consciência fonológica: da teoria à prática. Barueri, SP: Pró-Fono, 2010.
125. Software: Escuta ativa Avaliação e treinamento auditivo neurocognitivo (ALVAREZ et al); CD auditech;
126. Testes Auditivos Comportamentais Para Avaliação do Processamento Auditivo Central (Pereira e Schochat, 2011).
127. Barkley RA (org). Transtorno de déficit de atenção/hiperatividade: manual para diagnóstico e tratamento. 3a ed. Porto Alegre: Artmed; 2008.
128. Biederman J, Mick E, Faraone SV, Braaten E, Doyle A, Spencer T, Wilens TE, Frazier E, Johnson MA. Influence of gender on Attention Deficit Hyperactivity Disorder in Children Referred to a Psychiatric Clinic. American Journal Psychiatry. 2002; 159: 36-42.

129. Dupuy FE, Barry RJ, Clarke AR, McCarthy R, Selikowitz M. Sex differences between the Combined and Inattentive types of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: An EEG perspective. *International Journal of Psychophysiology*. 2013: (in press).
130. Polanczyk G, de Lima MS, Horta BL, Biederman J, Rohde LA. The worldwide prevalence of ADHD: a systematic review and metaregression analysis. *Am J Psychiatry*. 2007; 164(6): 942-948.
131. Polanczyk G, Rohde LA. Epidemiology of attention-deficit/hyperactivity disorder across the lifespan. *Curr Opin Psychiatry*. 2007; 20(4): 386-392.
132. Rohde LA, Miguel Filho EC, Benetti L, Gallois C, Kieling C. Transtorno de déficit de atenção/hiperatividade na infância e na adolescência: considerações clínicas e terapêuticas. *Rev. Psiq. Clin.* 2004; 31 (3): 124-131.
133. Moojen S. Caracterizando os transtornos de aprendizagem. In: Bassols AMS, Santis MFB, Sukiennik PB, Cristóvão PW, Fortes SD, organizadores. *Saúde mental na escola 1: uma abordagem multidisciplinar*. Porto Alegre: Mediação; 2003; 98-110.
134. Corona AP, Pereira LD, Ferrite S, Rossi AG. Memória sequencial verbal de três e quatro sílabas em escolares. *Pró-Fono*. 2005;17(1):27-36.
135. Abdo AGR, Murphy CFB, Schochat E. Habilidades auditivas em crianças com dislexia e transtorno do déficit de atenção e hiperatividade. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*. 2010 jan-mar;22(1):25-30.

136. Schochat E, Scheuer CI, Andrade, ER. Attention deficit hyperactivity disorder. In: Larimer, M. Attention deficit hyperactivity disorder- Research Developments. Nova Iorque: Nova Science Publishers, Inc.; 2005. p. 31-54.
137. Musiek FE, Chermak GD. Three commonly asked questions about central auditory processing disorders: assessment. *American Journal of Audiology*. 1994;3:23-7.
138. Jerger S, Johnson K, Louiselle L. Pediatric central auditory dysfunction: comparison of children with a confirmed lesion versus suspected processing disorders. *American Journal of Otol*. 1988;9:63-71.
139. Romero ACL, Capellini SA, Frizzo ACF. Cognitive potential of children with attention deficit and hyperactivity disorder. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2013;79(5):609-15. doi: 10.5935/1808-8694.20130109
140. Tsai ML, Hung KL, Lu HH. Auditory event-related potentials in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Pediatr Neonatol*. 2012;53(2):118-24. doi: 10.1016/j.pedneo.2012.01.009
141. Borja A, Ponde M. P300: avaliação do potencial evocado cognitivo em crianças com e sem TDAH. *Rev Ciênc Med Biol*. 2009;8(2):198-215.
142. Brayner ICS. Aplicação do paradigma auditivo “Oddball” no estudo do P300: normatização para faixa etária de 7-14 anos e avaliação de crianças com dificuldade de aprendizagem com e sem transtorno de déficit de atenção/hiperatividade. [Dissertação de mestrado]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2003.

143. Satterfield JH, Braley BW. Evoked potentials and brain maturation in hyperactive and normal children. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1977;43(1):43-51. DOI: 10.1016/0013-4694(77)90193-6
144. González S. El trastorno de hiperactividade y déficit de atención. *Aportación de Las Pruebas Neurofisiológicas en El Diagnóstico y Seguimiento.* National Institute of Mental Health, 2003.
145. Alonso R, Schochat E. A eficácia do treinamento auditivo formal em crianças com transtorno de processamento auditivo (central): avaliação comportamental e eletrofisiológica. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2009;75(5):726-32.
146. Luria AS. *Fundamentos de neuropsicologia.* Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo; 1981.
147. Damasceno BP. Desenvolvimento das funções corticais superiores. In: Moura-Ribeiro MVL, Gonçalves VMG. *Neurologia do desenvolvimento da criança.* 2.ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2010.
148. Verdejo-García A, Bechara A. Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psichotema.* 2010; 22 (2): 227-235.
149. Castellanos FX, Proal E. Large-scale brain systems in ADHD: beyond the prefrontal–striatal model. *Trends in Cognitive Sciences.* Jan 2012; 16 (n. 1): 17-26.
150. Schochat E, Rabelo CM. Avaliação eletrofisiológica da audição – potenciais evocados auditivos de média e longa latência. In Fernandes FDM,

Mendes BCA, Navas ALPGP (Eds.), Tratado de Fonoaudiologia. 2. ed. (pp. 99-107). São Paulo: Roca, 2009.

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

9. ANEXO

9.1 TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, Camila Colussi Madruga, fonoaudióloga, juntamente com a Profa. Dra. Maria Francisca Colella dos Santos, fonoaudióloga e docente do CEPRE/FCM/UNICAMP, gostaríamos de pedir sua autorização para realizar alguns exames. São exames para sabermos se você ouve bem, e caso haja algum problema de audição, você será encaminhado(a) para um especialista que, se for necessário, fará o acompanhamento e o tratamento adequado. Trata-se de um projeto de pesquisa cujo título é: Avaliação comportamental e eletrofisiológica pré e pós-treinamento auditivo em crianças com TDAH.

Nosso objetivo é ampliar nosso conhecimento nas habilidades auditivas de crianças com TDAH por meio de testes comportamentais e eletrofisiológicos, para que possamos contribuir para o desenvolvimento educacional, social e psicológico destas crianças.

Os seguintes exames serão realizados por nós e consiste: *Audiometria*, que você usará um fone nas orelhas e quando ouvir um apito terá que levantar a mão; *Logoaudiometria*, em que ouvirá através do fone algumas palavras e terá que repeti-las; *Imitanciometria e Pesquisa do Reflexo Acústico*, em que colocaremos uma borracha no canal do ouvido e o equipamento captará a resposta; *Avaliação do processamento auditivo central*, que através do fone será realizada tarefas para avaliarmos as habilidades auditivas, o *Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico*, que posicionaremos quatro eletrodos, sendo atrás das orelhas e na testa e fones na orelha, e a resposta será captada pelo computador e o *P300 ou potencial*

evocado auditivo de longa latência, que serão avaliadas as habilidades cognitivas de memória, atenção auditiva por meio da apresentação de estímulos auditivos. Após estes exames, você passará por um treinamento auditivo, totalizando oito sessões e ao final das sessões você será reavaliado.

É importante que você saiba que tem todo o direito de aceitar ou não que nós façamos esses exames. Caso você aceite, queremos que saiba que seja qual for o resultado do exame, nós lhe entregaremos por escrito, com as devidas orientações. Se esse trabalho for publicado em alguma revista científica, não haverá o seu nome.

Eu, _____ RG: _____,
estou de acordo com as colocações acima e consinto em que seja realizada a avaliação.

Camila Colussi Madruga

Maria Francisca Colella dos Santos

Telefone: (019)3521-9083

Comitê de Ética em Pesquisa

Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126 - Caixa Postal 6111

13083-887 Campinas – SP

Fone (019) 3521-8936

Fax (019) 3521-7187

e-mail:

cep@fcm.unicamp.br