

**Ana Carla Leite Romero**

**Processamento auditivo comportamental e eletrofisiológico em crianças com  
Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH)**

**Marília  
2013**

**Ana Carla Leite Romero**

**Processamento auditivo comportamental e eletrofisiológico em crianças com  
Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH)**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fonoaudiologia da Faculdade de Filosofia e Ciências, da Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Marília, para obtenção do título de Mestre em Fonoaudiologia, área de concentração: Distúrbios da Comunicação Humana.

Orientadora: Dra. Ana Cláudia Figueiredo Frizzo  
Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Simone Aparecida Capellini

**Marília  
2013**

Romero, Ana Carla Leite.

R763p Processamento auditivo comportamental e eletrofisiológico em crianças com Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) / Ana Carla Leite Romero. – Marília, 2013.  
87 f. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Fonoaudiologia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Filosofia e Ciências, 2013.

Bibliografia: f. 69-82

Orientador: Ana Cláudia Figueiredo Frizzo.

Co-orientadora: Simone Aparecida Capellini

1. Distúrbio da falta de atenção com hiperatividade. 2. Eletrofisiologia. 3. Audição (Fisiologia) - Distúrbios. 4. Potenciais Auditivos Evocados. I. Autor. II. Título.

CDD 371.9

**Ana Carla Leite Romero**

**Processamento auditivo comportamental e eletrofisiológico em crianças com  
Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH)**

Dissertação para obtenção do título de Mestre em Fonoaudiologia do  
Programa de Pós-Graduação em Fonoaudiologia. Faculdade de Filosofia e Ciências,  
da Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Marília, na Área de  
Concentração: Distúrbios da Comunicação Humana.

**BANCA EXAMINADORA**

Orientador: \_\_\_\_\_

Dra. Ana Claudia Figueiredo Frizzo  
Doutorado em Neurologia pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP

2º Examinador: \_\_\_\_\_

Dra. Ana Cláudia Vieira Cardoso  
Doutorado em Distúrbios da Comunicação Humana (Fonoaudiologia) pela  
Universidade Federal de São Paulo.

3º Examinador: \_\_\_\_\_

Dra. Ana Cláudia Mirândola Barbosa Reis  
Doutorado em Distúrbios da Comunicação Humana (Fonoaudiologia) pela  
Universidade Federal de São Paulo

Marília, 29 de abril de 2013

A Deus, pela proteção e por iluminar meu caminho em todos os momentos.

Aos meus pais e irmãos, pelo amor, carinho, dedicação, incentivo e apoio ao estudo.

À minha irmã, Juliana, por me ensinar a arte de compartilhar e por me mostrar que nunca estamos sozinhos, mesmo que eventualmente a distância física nos separe.

## AGRADECIMENTOS

À direção e à coordenação dos colégios, que permitiram a realização deste estudo.

À Dra. Cristiane Bazzo da Costa, bem como à equipe interdisciplinar do Laboratório de Investigação dos Desvios de Aprendizagem – LIDA/CEES/FFC-UNESP) – Marília e Ambulatório de Neurologia Infantil – Aprendizagem, do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da UNESP – Botucatu, que nos auxiliaram no diagnóstico das crianças.

À banca examinadora, composta pela Dra. Ana Cláudia Vieira Cardoso e pela Dra. Ana Cláudia Mirândola Barbosa Reis, por sua aceitação em participar desta banca e pelas contribuições.

Aos meus amigos Monique Herrera Cardoso, Thaís Alves Guerra, Cláudia Silva, Maria Nobre Sampaio, Ana Cláudia Bianco Gução, André Vinícius e Gabriel Fernandes Carneiro, por estarem sempre presentes, pela paciência, carinho e apoio no decorrer deste estudo.

À Prof<sup>a</sup>. Dra. Simone Aparecida Capellini, co-orientadora, agradeço a paciência, ensino e incentivo durante toda a minha formação.

À Dra. Ana Cláudia Figueiredo Frizzo, pela sua valiosa orientação, pela paciência nos vários momentos de dúvida e por confiar e acreditar na minha capacidade de realizar este trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP agradeço pelo apoio financeiro oferecido para a realização deste estudo.

E, sobretudo, aos PACIENTES E SUAS FAMÍLIAS, que se dispuseram gentilmente a participar desta pesquisa, compreendendo a necessidade de buscar respostas na Ciência.

## RESUMO

**Introdução:** O transtorno do déficit de atenção com hiperatividade (TDAH) e os distúrbios do processamento auditivo têm sido cada vez mais observados nas crianças em idade escolar, e são apontados como um dos principais fatores para o baixo rendimento dessas crianças. Os testes de processamento auditivo, comportamentais e eletrofisiológicos podem ser úteis na investigação da via auditiva central de crianças com TDAH, uma vez que os testes comportamentais revelam déficits funcionais e os testes eletrofisiológicos indicam déficits na integridade e no funcionamento do sistema nervoso auditivo central. **Objetivo:** Comparar e correlacionar os achados da Avaliação Comportamental e Eletrofisiológica do Processamento Auditivo das crianças com e sem TDAH. **Método:** Participaram deste estudo 30 crianças na faixa etária de 8 a 12 anos, sendo 15 do grupo controle (sem TDAH) e 15 do grupo pesquisa (com TDAH), com limiares audiométricos dentro dos padrões de normalidade. O grupo controle foi composto por crianças que apresentavam desempenho satisfatório, em português e matemática, por dois bimestres consecutivos, e o grupo pesquisa foi composto por crianças com diagnóstico de TDAH que ainda não estavam em processo de intervenção fonoaudiológica. Como procedimentos de avaliação foram utilizados os testes eletrofisiológicos, P300 e Mismatch Negativity com estímulos variando quanto à frequência e à duração, e testes de processamento temporal de padrão de frequência (TPF) e de duração (TPD). **Resultados:** Na comparação entre o desempenho das crianças com e sem TDAH na avaliação eletrofisiológica da audição foram observadas diferenças estatisticamente significantes para a amplitude de P2 da orelha esquerda, que foi maior para o grupo com TDAH, e para a amplitude e latência de N2, também da orelha esquerda, que se mostraram alterados no grupo com TDAH. Na comparação entre o desempenho das crianças com e sem TDAH nos testes de Avaliação Comportamental do Processamento Auditivo Central, foi possível observar que as crianças com TDAH apresentaram alterações em ambos os testes, enquanto que as crianças sem TDAH apresentaram resultados normais. Foi possível observar, ainda, que os resultados encontram-se mais alterados no TPD do que no TPF. Quando correlacionados os achados da Avaliação Comportamental do Processamento Auditivo com os achados da Avaliação Eletrofisiológica da Audição das crianças com e sem TDAH, foi observado uma maior concordância entre os testes quando os estímulos avaliados variavam quanto à duração. **Conclusão:** Na Avaliação do Processamento Auditivo das crianças com e sem TDAH a partir dos testes comportamentais e eletrofisiológicos, foi observado que os sujeitos com TDAH apresentaram maiores alterações que o grupo sem TDAH, em ambos os testes. O presente estudo possibilitou um maior conhecimento da via auditiva central das crianças com e sem TDAH, porém outros estudos ainda se fazem necessários, principalmente na literatura nacional, a fim de se conhecer melhor o funcionamento do processamento auditivo dessa população.

**Palavras-chave:** Transtorno do Deficit de Atenção com Hiperatividade; Eletrofisiologia; Potenciais Evocados Auditivos.

## ABSTRACT

**Introduction:** The attention deficit with hyperactivity disorder (ADHD) and auditory processing disorders have been increasingly observed in children of school age, and are pointed as one of the principal factor for the low performance of these children. The auditory processing tests, behavioral and electrophysiological can be useful in the investigation of central auditory pathways in children with ADHD, since the behavioral tests reveal functional deficits, and electrophysiological tests indicate deficits in the integrity and functioning of the nervous system central auditory.

**Objective:** To compare and correlate the findings from the Behavioral Assessment and Electrophysiological of the Auditory Processing in children with and without ADHD. **Method:** Participated in these study 30 children with age of 8 to 12 years, 15 of the control group (without ADHD) and 15 of the research group (with ADHD), with audiometric thresholds within of the normality standards. The control group was composed of children who showed satisfactory performance, in Portuguese and mathematics, for two consecutive bimesters and the research group was composed of children with diagnosed of ADHD that who were not in process of speech therapy intervention. As procedures were realized the electrophysiological tests, P300 and Mismatch Negativity with stimuli ranging in frequency and duration and temporal test of pattern of frequency (TPF) and duration (TPD). **Results:** In the comparison between the performance of the children with and without ADHD in electrophysiological assessment of hearing were observed differences in relation to the significance level for the amplitude of P2 of the left ear, which was higher for the group with ADHD, and the amplitude and latency of N2, also of left ear, that were altered in the group with ADHD. In the comparison between the performance of children with and without ADHD on tests of Behavioral Assessment of Central Auditory Processing was observed that children with ADHD present alterations in both tests, while children without ADHD were normal. It was observed also that the results are more changed in TPD that the TPF. When correlated the findings from the Behavioral Assessment of Auditory Processing with the findings of electrophysiological assessment of hearing of the children with and without ADHD was observed more concordance between the tests when the stimuli evaluated varied as to duration. **Conclusion:** In the assessment of auditory processing in children with and without ADHD from behavioral and electrophysiological tests, it was observed that the subjects with ADHD showed greater changes than the group without ADHD, in both tests. The present study enabled a better understanding of the central auditory pathways of children with and without ADHD, but further studies are needed, especially in the national literature in order to better understand the functioning of the auditory processing of this population.

**Key-words:** Attention Deficit Disorder with Hyperactivity; Electrophysiology; Event-related potentials.



## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

A	Agudo
C	Estímulo sonoro curto
dB NA	Decibél por nível de audição
TPA	Transtorno do processamento auditivo
DSM-IV	Diagnostic and statistical manual of mental disorders
G	Grave
Hz	Hertz
L	Estímulo sonoro Longo
Ms	Milissegundos
MMN	Mismatch Negativity
MMNf	Mismatch Negativity frequência
MMNd	Mismatch Negativity duração
P300f	P300 frequência
P300d	P300 duração
%	Porcentagem
PEALL	Potencial Evocado Auditivo de longa latência
PA	Processamento auditivo
S	Segundos
SNAC	Sistema nervoso auditivo central
TDAH	Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade
TPD	Teste de padrão de duração
TPF	Teste de padrão de frequência
$\mu$ V	Microvolts
OD	Orelha direita
OE	Orelha esquerda
Fz	Linha média na região frontal
Cz,	Linha média na região central
A1	Lóbulo da orelha esquerda
A2	Lóbulo da orelha direita

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estatística descritiva da média, desvio-padrão (DP) e valor de p das variáveis latência e amplitude de N1, P2, N2, P3 e interamplitude N2-P3 do P300f à OD.....	42
Tabela 2 – Estatística descritiva da média, desvio-padrão (DP) e valor de p das variáveis latência e amplitude de N1, P2, N2, P3 e interamplitude N2-P3 do P300f à OE.....	42
Tabela 3 – Estatística descritiva da média, desvio-padrão (DP) e valor de p das variáveis latência e amplitude de N1, P2, N2, P3 e interamplitude N2-P3 do P300d à OD.....	43
Tabela 4 – Estatística descritiva da média, desvio-padrão (DP) e valor de p das variáveis latência e amplitude de N1, P2, N2, P3 e interamplitude N2-P3 do P300d OE.....	44
Tabela 5 – Estatística descritiva da média, desvio-padrão (DP) e valor de p das variáveis latência e amplitude do MMNf à OD.....	45
Tabela 6 – Estatística descritiva da média, desvio-padrão (DP) e valor de p das variáveis latência e amplitude do MMNf à OE.....	45
Tabela 7 – Estatística descritiva da média, desvio-padrão (DP), valor mínimo, valor máximo e valor de p das variáveis latência e amplitude do MMNd à OD.....	45
Tabela 8 – Estatística descritiva da média, desvio-padrão (DP) e valor de p das variáveis latência e amplitude do MMNd à OE.....	46
Tabela 9 – Estatística descritiva da média, desvio-padrão (DP) e valor de p calculados dos Testes de Padrão de Frequência e Duração.....	46
Tabela 10 – Correlação de Pearson® (valor de r) entre P300f e TPF por grupo e por orelha.....	47
Tabela 11 – Correlação de Pearson® (valor de p) entre P300f e TPF por grupo e por orelha.....	47
Tabela 12 – Correlação de Pearson® (valor de r) entre P300d e TPD por grupo e por orelha.....	48
Tabela 13 – Correlação de Pearson® (valor de p) entre P300d e TPD por grupo e por orelha.....	48
Tabela 14 – Correlação de Pearson® e valor de p entre MMNf e TPF por grupo e por orelha.....	49
Tabela 15 – Correlação de Pearson® e valor de p entre MMd e TPD por grupo e por orelha.....	49

## Sumário

1	Introdução .....	123
2	Revisão de literatura .....	156
2.1	Processamento auditivo.....	16
2.2	Processamento auditivo temporal.....	17
2.3	Avaliação comportamental do processamento auditivo .....	18
2.3.1	Testes de padrão de frequência e de duração .....	18
2.4	Avaliação objetiva do processamento auditivo .....	20
2.4.1	Potencial evocado auditivo de longa latência (PEALL) .....	20
2.4.2	Avaliação eletrofisiológica – P300 .....	22
2.4.3	Avaliação eletrofisiológica Mismatch Negativity (MMN) .....	24
2.5	Avaliação comportamental e eletrofisiológica do processamento auditivo no TDAH .....	26
3	Objetivos.....	36
3.1	Objetivo geral.....	36
3.2	Objetivos específicos .....	36
4	Material e método.....	38
4.1	Sujeitos .....	38
4.2	Procedimento metodológico .....	40
5	Resultados .....	47
5.1	Comparação intergrupos .....	47
5.2	Correlação intragrupos .....	52
6	Discussão.....	557
6.1	Avaliação eletrofisiológica do PA.....	57
6.2	Avaliação comportamental do processamento auditivo .....	62
6.3	Correlação entre a avaliação eletrofisiológica do processamento auditivo e a avaliação comportamental do processamento auditivo .....	62
7	Conclusão .....	667
8	Referências .....	689
9	Apêndice.....	84
10	Anexo.....	86

## Introdução

---

## 1 Introdução

O Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) e os distúrbios do processamento auditivo (DPA) têm sido cada vez mais observados nas crianças em idade escolar e são apontados como um dos principais fatores para o baixo rendimento dessas crianças.

Os testes de processamento auditivo comportamentais apresentam-se alterados na maioria das crianças com TDAH, porém algumas vezes essa alteração está relacionada mais à dificuldade na manutenção da atenção sustentada do que a um problema de processamento auditivo puro. Ou seja, essas crianças não conseguem se manter atentas por muito tempo, prejudicando a avaliação e, conseqüentemente, mostrando resultados alterados.

O distúrbio de processamento auditivo dessas crianças também pode ser decorrente de um déficit no funcionamento da via auditiva, causado por alterações em algumas das estruturas do sistema nervoso auditivo central (SNAC) ou, ainda, nos hemisférios cerebrais, podendo ser observadas pelos Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL), que avaliam a integridade da via auditiva, desde a porção periférica até o córtex auditivo.

Apesar do grande número de estudos na literatura internacional e nacional envolvendo a avaliação do processamento auditivo em crianças com TDAH, poucos são os estudos no Brasil que buscaram correlacionar os achados da avaliação comportamental e eletrofisiológica do processamento auditivo nessa população, a fim de se obterem informações adicionais que pudessem auxiliar no diagnóstico e no prognóstico dessas crianças.

A associação dessas medidas pode ser um método bastante útil na investigação da via auditiva central de crianças com TDAH, uma vez que os testes comportamentais revelam déficits funcionais e os testes eletrofisiológicos indicam déficits na integridade e funcionamento do sistema nervoso auditivo central.

Em decorrência do exposto, este estudo tem como hipótese que as crianças com TDAH apresentam déficits pré-atencionais e de discriminação que justificam alterações de processamento auditivo tanto comportamentais como eletrofisiológicas.

Com base nessa hipótese, este estudo teve como objetivo comparar os achados da avaliação comportamental e eletrofisiológica de crianças com e sem transtorno do déficit de atenção com hiperatividade (TDAH).



## 2 Revisão de literatura

Esta revisão de literatura foi organizada por assunto, privilegiando o encadeamento de ideias.

Nessa revisão, foram abordados os temas: Processamento auditivo, Processamento auditivo temporal, Avaliação comportamental do processamento auditivo, Testes de padrão de frequência e de duração, Avaliação objetiva do processamento auditivo, Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (PEALL), Avaliação Eletrofisiológica – P300, Avaliação Eletrofisiológica – Mismatch Negativity (MMN), Avaliação comportamental e eletrofisiológica do processamento auditivo no TDAH. Tal revisão destina-se a realizar a fundamentação teórica necessária para a compreensão desta pesquisa.

### 2.1 Processamento auditivo

O processamento auditivo (PA) é o mecanismo responsável pela localização e lateralização do som, discriminação auditiva, reconhecimento de padrões auditivos, aspectos temporais da audição e desempenho auditivo com sinais acústicos competitivos (ASHA, 2005).

Segundo Azevedo *et al.* (1995) e Katz, Stecker e Henderson (1992), o termo PA refere-se a como o sistema auditivo periférico e central recebe, analisa e organiza as informações auditivas. Tal sistema envolve as estruturas a partir do tronco cerebral e ramo coclear do nervo auditivo e seguem em direção ao córtex, compreendendo as habilidades envolvidas na organização das informações auditivas que dependem da capacidade biológica e da experiência auditiva (BESS *et al.*, 1998).

Segundo Costa (2003) e Neville e Bavalier (2000), ao nascimento a via auditiva periférica da criança encontra-se pronta e engloba as orelhas externa, média e interna. A cóclea, que fica localizada na orelha interna, representa o



componente sensorial que transforma o impulso sonoro em elétrico para que o componente neural receba, analise e programe uma resposta, que será desenvolvida a partir de experiências sonoras, pelas quais a criança passa nos primeiros anos de vida, período em que se formam as primeiras conexões neuronais.

As habilidades auditivas avaliadas por meio dos testes comportamentais são: detecção, localização da fonte sonora, discriminação, atenção seletiva, figura-fundo auditiva, fechamento auditivo, separação e integração binaural, memória sequencial auditiva, além dos aspectos temporais da audição, incluindo resolução temporal, mascaramento temporal, integração temporal e ordenação temporal; sendo tais testes classificados como normais ou alterados (ASHA, 2005). Assim, quando temos uma alteração, chamamos de transtorno do processamento auditivo (TPA), no qual há um impedimento da habilidade de analisar e/ou interpretar padrões sonoros, transtorno este que frequentemente é associado às dificuldades de aprendizagem (DA) (FURBETA; DE FELIPPE, 2005; JACOB; ALVARENGA; ZEIGELBOIM, 2000; SIMON; ROSSI, 2006) e ao TDAH (BORGES; SCHOCHAT, 2005; SCHOCHAT; SCHEUER; ANDRADE, 2005).

## **2.2 Processamento auditivo temporal**

Segundo a ASHA (2005), o processamento auditivo temporal é 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 em uma rápida sucessão. Divide-se em quatro categorias: ordenação ou sequencialização temporal, resolução, discriminação ou acuidade temporal e integração ou somação temporal.

Segundo Hall (2006), Musiek e Oxholm (2000) e Shinn (2007), o processamento temporal pode ser descrito como a capacidade do sistema auditivo em processar os componentes temporais dos estímulos acústicos, correspondendo à performance em testes auditivos que requerem algum tipo de decisão temporal em relação ao estímulo apresentado.

Musiek e Oxholm (2000) descreveram, ainda, o processamento temporal como a capacidade dos neurônios de codificarem os parâmetros acústicos em padrões temporais da atividade neural, uma vez que o processamento da informação sonora pelos neurônios envolve processos distintos para cada tipo de estímulo, alguns neurônios reagem aos estímulos rápidos, outros reagem aos estímulos longos e outros, quando o estímulo cessa.

Segundo Pinheiro e Musiek (1985), a percepção da ordem temporal depende de respostas comportamentais, porém seu processamento é central e o lobo temporal, bem como o complexo olivar superior, seriam responsáveis pela percepção de padrões sequenciais de estímulos e da codificação da informação temporal. Além disso, o processamento das informações temporais e das respostas comportamentais envolveriam áreas amplas do córtex, as quais poderiam ser encontradas em qualquer um dos lobos temporais ou em ambos.

Shinn (2007) afirmou que o processamento temporal depende, principalmente, de processos cerebrais e inter-hemisféricos e teria a contribuição do tronco cerebral e das áreas subcorticais. Banai, Abrams e Kraus (2007) sugeriram que a codificação da informação temporal começa no núcleo coclear e continua até o córtex auditivo.

Pinheiro e Musiek (1985) afirmaram que os hemisférios direito e esquerdo também estariam envolvidos na sequenciação temporal, sendo que o funcionamento do hemisfério esquerdo seria descrito como analítico, portanto, importante para a ordenação serial da informação temporal, comparando e analisando as inter-relações entre os componentes da sequência. O hemisfério direito seria descrito como dominante para funções holísticas, importante, também, para a ordenação temporal, e seria ativado na determinação de contornos globais do padrão. Haveria, assim, uma interação inter-hemisférica na ordenação temporal, mesmo que a sequência de estímulos não fosse realizada por meio de elementos linguísticos.

## **2.3 Avaliação comportamental do processamento auditivo**

### **2.3.1 Testes de padrão de frequência e de duração**

Muniz *et al.* (2007) descreveram a habilidade auditiva de ordenação temporal como o processamento de múltiplos estímulos auditivos em sua ordem de ocorrência no tempo, e tem como objetivo fazer com que o ouvinte reconheça contornos acústicos. É avaliada a partir de testes de padrão de frequência e padrão de duração, propostos por Pinheiro e Ptacek (1971) e adaptado por Musiek, Baran e Pinheiro (1990) e Musiek (1994), respectivamente.

Pinheiro (1976) definiu o teste de padrão de frequência (TPF) como responsável por avaliar as habilidades de resolução e ordenação temporal dos estímulos, habilidades essas que diferem em frequência e envolvem ambos os hemisférios cerebrais. O hemisfério direito seria responsável pelo reconhecimento global, como a percepção de *pitch* e reconhecimento do contorno acústico, e o esquerdo, por ordenar e nomear a sequência de estímulos (grave, agudo, grave).

O Teste de Padrão de Duração (TPD) é descrito como responsável por avaliar os processos de discriminação de duração, ordenação temporal e rotulação linguística, sendo sensível a lesões hemisféricas e de transferência inter-hemisférica (BARAN *et al.*, 1987; BELLIS, 1996).

Segundo o protocolo proposto pela *Auditec* (1997), o Teste de Padrão de Frequência consiste na apresentação de 60 sequências de três tons, os quais podem ser graves (G) (880 Hz) ou agudos (A) (1122 HZ). Cada tom dura 150 ms, havendo um intervalo de 200 ms entre os tons e de 6 s entre as sequências, que variam entre seis possibilidades: AAG, AGA, AGG, GGA, GAG e GAA.

Os testes de padrão de duração apresentam três tons que diferem quanto à duração: tons puros Longos (L) (500 ms) e Curtos (C) (250 ms), com intervalos de 300 ms entre si, sendo que a frequência é mantida constante em 1000 Hz. No Teste Padrão de Duração há seis possibilidades de combinação: LLC, LCL, LCC, CLL, CLC e CCL.

Esses testes têm sido incluídos nos últimos anos na bateria de testes de avaliação do processamento auditivo, uma vez que são de aplicação fácil e rápida e verificam a integração inter-hemisférica (CORAZZA, 1998; ELIAS, 2007).

## 2.4 Avaliação objetiva do processamento auditivo

### 2.4.1 Potencial evocado auditivo de longa latência (PEALL)

A avaliação objetiva do processamento auditivo pode ser realizada a partir dos PEALL, que avaliam a atividade neuroelétrica na via auditiva em resposta a um estímulo ou evento acústico, e as atividades corticais envolvidas nas habilidades de discriminação, integração e atenção do cérebro (McPHERSON, 1996), as quais dependem de um bom desempenho do processamento auditivo para detectar e interpretar os eventos sonoros (IRIMAJIRI; GOLOB; STARR, 2005), além de revelar a integridade e capacidade do sistema nervoso auditivo central (SNAC) (BARAN; MUSIEK, 1991; SCHOCHAT *et al.*, 2006).

Esses potenciais dependem, ainda, de sistemas auditivos periférico e central eficientes, que incluem as áreas do tronco cerebral, vias subcorticais, córtex auditivo e corpo caloso, e também áreas do lobo frontal e a conexão temporoparieto-occipital (HALL, 2006; SCHOCHAT, 2004).

Ponton *et al.* (2002) descreveram o córtex auditivo primário e as áreas corticais associativas como geradores desse potencial, e afirmam que são definidos pela atenção que o indivíduo dá ao estímulo, sendo úteis no estudo das funções cognitivas e de atenção (McPHERSON, 1996).

Esses potenciais podem ser obtidos em resposta a qualquer estímulo sensorial, apresentando variabilidade relacionada ao contexto de apresentação do estímulo e aos processos cognitivos envolvidos em seu processamento (McPHERSON, 1996). São, também, investigados quanto aos aspectos de incerteza em relação à natureza do estímulo apresentado (SUTTON; BRAREN; ZUBIN, 1965), processamento linguístico (MECKLINGER; OPITZ; FRIEDERICI, 1997), memória (ÁVILA; QUAGLIATO; COSTALLAT, 2001) e atenção seletiva (PICTON; HILLYARD, 1974), sendo que alterações relativamente pequenas, em qualquer uma dessas variáveis, podem resultar no aparecimento ou desaparecimento de alguns desses componentes (HALL, 2006).

Hall (2006) classifica esses potenciais em exógenos, dependentes essencialmente das características do estímulo e contabilizados sem levar em conta a atenção do sujeito ao estímulo, ou endógenos, que são menos dependentes das características de estímulo, mas altamente dependentes do contexto de estímulo e do estado do sujeito, especialmente no que diz respeito à atenção para o estímulo, a cognição ou a realização de uma tarefa exigida.

Segundo a literatura especializada, os PEALL são registrados entre 80 e 600 ms após a apresentação do estímulo e são descritos em exógenos: N1 (N100) – onda negativa com latência aproximada de 80 a 150 ms; P2 (P200) – onda positiva com latência podendo variar de 145 a 200 ms; e endógenos: N2 (N200) – próxima onda negativa com latência variando de 180 a 250 ms; P3 (P300) – onda positiva com latência aproximada de 220 a 400 ms; e MMN – onda positiva com latência aproximada de 100 a 300 ms. O valor de amplitude desses potenciais é ainda muito questionado pela literatura, porém costuma, em média, variar de 5 a 10  $\mu\text{V}$  (microvolts) para N1, 3 a 6  $\mu\text{V}$  para P2, 3 a 6  $\mu\text{V}$  para N2, 8 a 15  $\mu\text{V}$  para P3 e 3  $\mu\text{V}$  para o MMN (HALL, 2006; McPHERSON, 1996).

Segundo Hall (2006), as ondas N1 e P2 são influenciadas pelo grau de atenção ao estímulo. Se o indivíduo ignorar o estímulo, verifica-se diminuição da amplitude ou mesmo um atraso na latência das ondas. O N1 e o P2 são maiores quando o indivíduo encontra-se atento ao estímulo ou procura escutar as mudanças acústicas (MUSIEK; LEE, 2001).

Os componentes desse potencial, que tem sido mais estudados, são o N2, um componente misto, eliciado tanto por fatores exógenos quanto endógenos (KRAUS; MCGEE, 2002; MARTIN; TREMBLAY; STAPELLS, 2007; McPHERSON, 1996), e o P3, que é um potencial exclusivamente endógeno (HALL, 2006; McPHERSON, 1996;).

O fator exógeno do N2 é gerado a partir da capacidade do indivíduo de realizar tarefas de discriminação física do estímulo (BARRY; JOHNSTONE; CLARKE, 2003; HALL, 2006; MARTIN; TREMBLAY; STAPELLS, 2007; McPHERSON, 1996), como, por exemplo, suas características acústicas, enquanto que o componente endógeno está relacionado ao processamento das informações auditivas, como atividades de atenção e percepção a partir de uma resposta passiva e automática pré-atencional eliciada pela discriminação do evento raro (HALL, 2006;

McPHERSON, 1996; McPHERSON; BALLACHANDA; KAF, 2007; SAMS; ALHO; NAATANEN, 1983;).

Quanto ao componente P3, os estudiosos da área descrevem que está relacionado aos aspectos fundamentais da função mental, como percepção, cognição, atenção e memória recente (ANDERER *et al.*, 1998; HALL, 2006; KRAUS; MCGEE, 2002), e por isso tem sido alvo de maior interesse nas últimas décadas em pesquisas que envolvem sujeitos com algum tipo de déficit atencional.

#### **2.4.2 Avaliação eletrofisiológica – P300**

Segundo Hall (2006), dentro da região de latência de 300 ms há uma variedade de componentes ou picos que podem refletir diferentes processos neurofisiológicos ou cognitivos. A resposta P300 seria basicamente um componente dentro dos PEALL, gravado em condições de estímulo especiais, ou seja, um estímulo frequente e previsível gera uma resposta auditiva tardia, e o estímulo raro e imprevisível produz uma onda positiva na região de latência de 300 ms. O autor afirma, ainda, que essa resposta é por vezes referida como P300, porque é observada na região de 300 ms, e, por vezes, como a onda P3, pois forma um componente com grande pico positivo após as ondas P1 e P2.

O P300 (P3) é chamado, ainda, de potencial cognitivo (endógeno), pois reflete o uso funcional que o sujeito faz do estímulo, e não depende diretamente de suas características físicas. A literatura afirma que os componentes desse potencial podem estar associados com funções sensoriais ou cognitivas, ou seja, uma série de processos cognitivos pode estar envolvida na sua geração, dentre eles a discriminação das características do som, o processamento de atenção e a memória (HALL, 2006).

Esse potencial é eliciado de forma consciente quando um estímulo raro e aleatório é detectado entre uma série de estímulos frequentes, sendo denominado como paradigma *oddball* ou paradigma do alvo (HALL, 2006; PICTON, 1992). Para a obtenção desse potencial, são apresentados ao indivíduo dois tipos diferentes de estímulos acústicos, os chamados estímulos frequentes, que ocorrem em um intervalo de tempo constante, e os chamados estímulos raros, que são introduzidos

de modo aleatório entre os primeiros (GOODIN *et al.*, 1978; POLICH; HOWARD; STARR, 1985) e que podem variar quanto a frequência, duração, intensidade ou, ainda, pelo traço de sonoridade da fala, sendo que sua identificação no equipamento depende da diferença entre os sinais dos estímulos frequentes em relação aos raros (HALL, 2006).

Schochat (2004) justifica o aparecimento desses potenciais no fato de o sistema auditivo se habituar a ouvir o estímulo frequente, e ao ouvir o raro ele responde com maior quantidade de descargas neuronais, gerando uma onda maior em amplitude, denominada P300.

Durante a avaliação do P300, o indivíduo deve manter-se atento ao estímulo raro e, assim que conseguir discriminá-lo, realizar uma tarefa, como, por exemplo, levantar o dedo, contar mentalmente ou em voz alta o número de estímulos raros que conseguir reconhecer e discriminar. Alguns autores sugerem que o P300 é razoavelmente estável e varia relativamente pouco em função das variáveis da tarefa, haja vista que variações na probabilidade de ocorrência do estímulo-alvo exercem pouco efeito sobre o P300 e que os maiores decréscimos na amplitude e nos acréscimos na latência de pico são observados nas situações em que a recepção passiva do estímulo é empregada (HALL, 2006; POLICH, 1986).

Para a análise desse potencial, a literatura tem utilizado as mais diversas metodologias. Alguns autores fazem a identificação das ondas a partir de sua morfologia (POLICH; HOWARD; STARR, 1985; POLICH, 1986; POLICH; LADISH; BURNS, 1990), reprodutibilidade (BROWN; MARSH; LARUE, 1983) ou, ainda, o intervalo de latência entre elas (LIN; POLICH, 1999; OADES; DITTMANN-BALCAR; ZERBIN, 1997).

Critérios nacionais e internacionais têm sido utilizados para a identificação das ondas, garantindo a confiabilidade da marcação. No Brasil, um trabalho de Junqueira e Colafêmina (2002) sugeriu o uso de um critério para análise do P300 tomando como base os pontos em comum dos critérios mais citados na literatura.

Esse protocolo sugere:

- Identificação do complexo N1-P2-N2 a partir das três primeiras ondas que aparecem na sequência e apresentem polaridade negativa – positiva – negativa, respectivamente, e com visualização dos estímulos frequente e raro por volta de 60 e 300ms;

- Identificação do P300 como a maior onda positiva logo após o complexo N1-P2-N2, aparecendo por volta de 240 e 700 ms.

A marcação deve ser feita no maior pico, ou seja, no ponto de máxima amplitude da onda. No caso da interamplitude N2-P3, as ondas devem ser marcadas do pico da onda até a linha de base. A autora sugere, ainda, que é sempre importante garantir a replicação do traçado para o estímulo raro.

Anormalidades nesse potencial costumam ser observadas a partir do aumento da latência e ou da redução da amplitude das ondas, observados nos casos de déficits nos mecanismos de atenção seletiva, alerta, estados de consciência e condições psicológicas que prejudicam o estado de atenção (HALL, 2006; McPHERSON, 1996).

Alguns autores têm descrito, ainda, que a amplitude do P300 está intimamente relacionada com o quanto um sujeito espera para ouvir o estímulo, ou seja, a amplitude será maior quando o indivíduo não está à espera e menor se o estímulo é esperado. Além disso, existe uma relação direta entre a latência do P300 e o tempo de processamento da informação auditiva pelo indivíduo. A latência da resposta deve aumentar à medida que o tempo requerido por um sujeito para perceber um estímulo e determinar suas características é maior (DUNCAN-JOHNSON; DONCHIN, 1997; ROTH; FORD; KOPELL, 1978).

### **2.4.3 Avaliação eletrofisiológica Mismatch Negativity (MMN)**

O Mismatch Negativity (MMN) é descrito na literatura da área como um potencial que independe da atenção do sujeito e que tem origem no córtex auditivo, refletindo, assim, as discriminações auditivas pré-atencionais, automáticas e a ativação da memória ecoica, que permite que armazenemos por um período de tempo as informações auditivas. Esse potencial pode estar alterado ou ausente em crianças com TDAH (AZZAM; HASSAN, 2010; LANG *et al.*, 1995; NAATANEN, 2000; WINSBERG *et al.*, 1993;).



Naatanen (2001) descreveu esse potencial como um componente negativo obtido a partir da subtração de um evento padrão da resposta para o evento desviante, podendo estar associado com operações cognitivas de pré-atenção da audição, e por essa razão foi também descrito como uma inteligência primitiva do córtex auditivo. Segundo Licht e Horsley (1998), esse potencial é formado por picos de cerca de 100 a 300 ms de latência e a sua amplitude é negativa, por volta de  $-3 \mu\text{V}$ .

Hall (2006) e Picton *et al.* (2000) observaram várias regiões corticais como possíveis geradoras do MMN, incluindo o plano supratemporal do córtex auditivo, o córtex temporal posterior lateral e o giro frontal direito.

Segundo Kraus; McGee; Carrell (1995) há evidências de uma possível ligação entre as habilidades de discriminação das propriedades do som e a presença do MMN. Além disso, Ceponiene *et al.* (1999) e Ponton (2000) sugeriram que o MMN está associado a mecanismos de detecção de mudanças na função da memória auditiva a curto prazo.

Naatanen *et al.* (2004) afirmaram que esse potencial é induzido na presença de qualquer mudança discriminável em algum aspecto repetitivo da estimulação auditiva, que pode ser em relação a frequência, duração, sequência, intensidade e localização da fonte sonora percebida.

Pesquisas recentes utilizaram esse potencial como um teste auxiliar na avaliação da compreensão, percepção auditiva e formação de representações de memória sensorial (ATIENZA; CANTERO; DOMINGUEZ-MARIN, 2002; VAN ZUIJEN *et al.*, 2005), uma vez que este pode ser detectado mesmo quando o indivíduo executa uma tarefa que não está relacionada ao estímulo e quando não está prestando atenção, podendo ser realizado durante estados não atentos, como o sono (SALLINEN; KAARTINEN; LYYTINEN, 1999) ou mesmo em coma, em que a presença do MMN foi atribuída como preditora de recuperação da consciência (KANE *et al.*, 1993).

Alguns estudos sugeriram que o MMN é atenuado quando a atenção do sujeito está fora do foco do estímulo auditivo, como, por exemplo, quando o indivíduo é submetido a um estímulo distrator visual (ARNOTT; ALLAN, 2002; MULLER, 2002). Por outro lado, estudos afirmam que o grau em que o estímulo visual é atendido não parece influenciar o MMN (OTTEN; ALAIN; PICTON,

2000), e argumentam que a melhor condição para observar o MMN é quando a atenção é direcionada para longe do estímulo (NAATANEN, 2000), por meio de distratores visuais.

## **2.5 Avaliação comportamental e eletrofisiológica do processamento**

### **auditivo no TDAH**

O distúrbio neuropsiquiátrico mais comum da infância é o transtorno de déficit de atenção com hiperatividade (TDAH) (HOMER *et al.*, 2000). Em média, de 3% a 6% das crianças em idade escolar apresentam TDAH (ROHDE *et al.*, 1998).

Segundo os critérios do *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-IV*. (2000), da Associação Americana de Psiquiatria, o TDAH é um padrão persistente de desatenção e/ou hiperatividade, mais frequente e severo do que aquele tipicamente observado em indivíduos em nível equivalente de desenvolvimento. Alguns sintomas hiperativo-impulsivos que causam prejuízo devem estar presentes antes dos sete anos, mas muitos indivíduos são diagnosticados depois, após a presença dos sintomas por alguns anos.

Segundo o DSM -IV (2000), o TDAH, tipo combinado, deve ser usado se seis (ou mais) sintomas de desatenção e seis (ou mais) sintomas de hiperatividade-impulsividade persistirem há pelo menos seis meses. Os sintomas descritos para a desatenção são:

- 1) frequentemente deixam de prestar atenção a detalhes, cometendo erros por descuido em atividades escolares, de trabalho ou outras;
- 2) frequentemente tem dificuldade para manter atenção em atividades lúdicas;
- 3) frequentemente parece não ouvir quando lhe dirigem a palavra;
- 4) frequentemente não segue instruções e não termina seus deveres escolares, tarefas domésticas ou deveres profissionais (não devido a comportamento de oposição ou incapacidade de compreender instruções);
- 5) frequentemente tem dificuldade para organizar tarefas e atividades;
- 6) frequentemente evita, antipatiza ou reluta em se envolver em tarefas que exijam esforço mental constante (como tarefas escolares e deveres de casa);

- 7) frequentemente perde coisas necessárias para tarefas ou atividades (por ex.: brinquedos, tarefas, livros, lápis ou outros materiais);
- 8) facilmente distraído por estímulos alheios à tarefa;
- 9) frequentemente é esquecido em atividades diárias.

No que diz respeito à hiperatividade, os sintomas são:

- 1) frequentemente agita as mãos ou pés ou se remexe na cadeira;
- 2) frequentemente abandona sua cadeira na sala de aula ou outras situações nas quais se espera que permaneça sentado;
- 3) frequentemente corre ou sobe nas coisas, em situações nas quais isso é inapropriado (em adolescentes e adultos, pode estar limitado a sensações subjetivas de inquietação);
- 4) frequentemente tem dificuldade para brincar ou se envolver silenciosamente em atividades de lazer;
- 5) está frequentemente “a mil” ou muitas vezes age como se estivesse “a todo vapor”;
- 6) frequentemente fala em demasia.

E, para a impulsividade, devem apresentar os seguintes sintomas:

- 1) frequentemente dá respostas precipitadas antes das perguntas terem sido completadas;
- 2) frequentemente tem dificuldade de esperar sua vez;
- 3) frequentemente interrompe ou se intromete em assuntos, conversas e/ou brincadeiras dos outros.

Estudos neuropsicológicos relataram que indivíduos com TDAH apresentam alterações no córtex pré-frontal e em estruturas subcorticais, estando associados a frequentes níveis de desatenção, impulsividade, hiperatividade, desorganização e inabilidade social, envolvendo um déficit do sistema inibitório ou das funções executivas da memória de trabalho (AQUINO *et al.*, 2000; KNAPP *et al.*, 2002).

Segundo o DSM-IV (2000), testes que exigem processamento mental concentrado são anormais em grupos de indivíduos com TDAH, em comparação

com sujeitos-controle, mas ainda não está inteiramente claro qual é o déficit cognitivo fundamental responsável por isso.

Balthazor, Wagner e Pehan (1991), Cohen (2000) e Kuntsi, Osterlaan e Stevenson (2001) relataram que, apesar de não haver uma etiologia totalmente definida para o TDAH, parece haver atualmente um consenso entre os pesquisadores apontando para a área frontal e suas projeções, indicando que o sistema noradrenérgico central parece estar desregulado no TDAH, passando a não modular eficientemente o sistema de atenção do córtex aos estímulos externos.

Barkley (1997), Barnett *et al.* (2001) e Mattos *et al.* (2003) sugeriram que uma alteração no funcionamento do córtex pré-frontal e de suas conexões com a rede subcortical pode ser responsável pelo quadro clínico do TDAH.

Shallice *et al.* (2002) observaram em seu estudo que as crianças com TDAH apresentaram comprometimentos sutis na velocidade de processamento de informações complexas, além de déficit de atenção e implicações auditivo-verbais, relacionados ao processamento auditivo, no córtex auditivo temporal.

Zametkin (1993) analisou em seu estudo tomografias de sujeitos com TDAH e comparou com as de controles normais, e notou que o cérebro dos sujeitos com TDAH tinha um consumo de energia cerca de 8% menor que o dos controles normais e que as áreas mais afetadas eram os lobos pré-frontais.

Segundo Benczik (2002) e Kandel, Schwartz e Jessell (1995), uma série de substâncias químicas do cérebro que são responsáveis por transmitir informações entre as células nervosas, bem como os neurotransmissores (noradrenalina e dopamina), encontra-se diminuída nos indivíduos com TDAH, fazendo com que a atividade do córtex pré-frontal seja menor, o que leva a uma falta de inibição comportamental e dificuldade em prestar atenção e manter o autocontrole. Sugerem que esses pacientes teriam a atividade cerebral reduzida nessa área.

Estudos neuropsicológicos descreveram que crianças com TDAH apresentam alterações em regiões e circuitos cerebrais relacionados ao controle tanto dos sintomas cardinais (atenção, hiperatividade e impulsividade) quanto do funcionamento executivo adequado, salientando-se estruturas e vias associadas às regiões pré-frontais, lobo parietal, gânglios da base e cerebelo (DOUGHERTY *et al.*, 1999; MAKRIS, 2007; SEIDMAN *et al.*, 2006; SHAW *et al.*, 2007), comprometendo o funcionamento adequado das capacidades de planejamento, resolução de

problemas, modificação de estratégias, memória operacional, inibição de fatores distratores e, também, de comportamentos e pensamentos inapropriados (CURATOLO, 2009).

Van de Meere, Boudewijn e Stemerding (1996) sugeriram que crianças com TDAH não apresentam alterações de codificação e busca de memória e decisão, mas, sim, na atenção sustentada. Essas crianças teriam dificuldade em manter a atenção ao longo do tempo e em realizar a filtragem de informações (BARKLEY, 1997), ou seja, distinguir aquilo que é importante daquilo que é irrelevante, principalmente quando as atividades são mais longas.

A literatura tem descrito comorbidades entre os sintomas das crianças com TDAH e as alterações de processamento auditivo (PA), e tais sintomas têm sido negligenciados na avaliação e, conseqüentemente, na reabilitação desses indivíduos (CAVADAS; PEREIRA; MATTOS, 2007; CHERMAK; SOMERS; SEIKEL, 1998).

Muitos estudos sugeriram que a disfunção atencional não é a maior causa das alterações comportamentais dos indivíduos com TDAH (HALPERIN *et al.*, 1990; SCHACHAR; TANNOCK; LOGAN, 1993) e que os achados dos potenciais evocados mostraram que vários estágios sensoriais e cognitivos são processados diferentemente em indivíduos com TDAH, sendo que essa aparente discrepância pode ser representada a partir de estudos dos processos cognitivos por meio dos potenciais evocados que examinam as diversas regiões do cérebro (HARTER, 1988; JOHNSTONE; BARRY, 1996; KARAYANIDIS, 2000).

O PEALL exige certa atenção e discriminação para a diferenciação entre um estímulo raro e um frequente, habilidades essas em que indivíduos com TDAH apresentam certo comprometimento (AQUINO *et al.*, 2000) e que poderiam ocasionar modificações nos padrões de amplitude e latência na formação desses potenciais em tais indivíduos (McPHERSON, 1996; SCHOCHAT *et al.*, 2009).

Pesquisas com os PEALL nas diversas faixas etárias, em diferentes intervalos de tempo teste-reteste, têm indicado que essas medidas são replicáveis e estáveis; daí a utilidade de estudos que incluem a comparação e o seguimento de diferentes grupos (LEW; GRAY; POOLE, 2007; WALHOVD; FJELL, 2002).

Molinná (2005) afirmou que alterações nas regiões pré-frontais são amplamente relatadas em pacientes com outros tipos de alterações do comportamento, como a esquizofrenia, e que na avaliação do P300 desses sujeitos

os valores de amplitude desses potenciais foram significativamente reduzidos, sugerindo que alterações no córtex pré-frontal podem contribuir para a redução da amplitude do P300.

Knight e Chao (1984) e Wirsén *et al.* (1992) observaram que pacientes com lesões cerebrais em regiões pré-frontais apresentaram alterações significativas durante a avaliação dos PEALL, devido a uma possível diminuição da discriminação auditiva, por um provável prejuízo no controle inibitório de atenção aos estímulos irrelevantes.

Schochat, Scheuer e Andrade (2005) avaliaram o P300 de 21 crianças com diagnóstico de TDAH, em um estudo duplo-cego, no qual os fonoaudiólogos não sabiam se os sujeitos tomaram medicamento ou não. Na análise dos resultados, foi observado que os sujeitos medicados tinham maior presença da onda P300 (57,15%) do que o grupo não medicado (28,57%). Esses autores sugerem que o P300 anormalmente pequeno ou retardado deve indicar uma alteração no processamento cognitivo e na regulação dos processos de atenção que envolve estruturas como os gânglios basais e o córtex pré-frontal.

Buschsbaum e Wender (1973) realizaram um estudo no qual avaliaram o PEALL de crianças com TDAH e compararam com os controles normais, e puderam observar valores de latência aumentados do PEALL no grupo com TDAH.

Satterfield e Braley (1977), em seu estudo envolvendo o PEALL em crianças com TDAH e crianças sem alterações, observaram que os valores dos potenciais cognitivos apareceram significativamente reduzidos em amplitude em relação aos controles normais.

Loiselle *et al.* (1980) e Low e Low (2001) também relataram valores menores de amplitude nos grupos com TDAH em relação às crianças normais com grandes percentagens de ausência de potenciais identificáveis.

Callaway, Halliday e Naylor (1983) e Satterfield, Schell e Backs (1988) não encontraram diferenças significativas na amplitude do P300 ao comparar indivíduos com e sem TDAH, no entanto Satterfield, Schell e Backs (1988), assim como Sonuga-Barke, Bitsakou e Thompson (2010), descrevem o N2 como sensíveis à discriminação na mudança de sons. Assim, poderiam ser menores em crianças com TDAH, tendo em vista o suposto prejuízo dessas crianças para discriminar estímulos diferentes.

Kemner *et al.* (1996) verificaram em seu estudo que as crianças com TDAH mostraram uma menor amplitude dos componentes N1, P3 e MMN quando medidos no local da linha mediana parietal (Pz), independentemente do tipo de tarefa solicitada ao indivíduo.

Frank, Seiden e Napolitano (1994) realizaram um estudo comparativo entre crianças com TDAH, porém com distúrbio de aprendizagem associado e controles normais. Os autores observaram P300 com amplitudes menores no grupo TDAH e concluíram que a menor amplitude do P3 está relacionada aos problemas de aprendizagem apresentados pelas crianças, e não ao quadro de TDAH, e sugeriram a realização de novos estudos com TDAH puros.

McPherson (1996) analisou crianças com TDAH e verificou alterações no PEALL quando em comparação com controles normais, especialmente em relação à menor amplitude do N2 e P3, tanto na condição de atenção quanto na condição sem atenção. O autor observou, ainda, que com o aumento da idade o P300 tende a se normalizar, estando de acordo com a melhora comportamental esperada na evolução do problema.

Estudos realizados por Borja e Ponde (2009), Idiazábal *et al.* (2002) e Idiazábal (2005) e mostraram que, quando comparados os valores de latência e amplitude do grupo TDAH com o grupo sem TDAH, o primeiro grupo apresentou maiores latências e menores amplitudes que o segundo, sugerindo a utilização do P300 como um teste auxiliar no diagnóstico e estudo das disfunções atencionais e cognitivas.

Tsai, Hung e Lu (2012) avaliaram os PEALL de 50 crianças com TDAH e 51 controles pareados por idade. Verificaram que as crianças com TDAH apresentaram uma latência maior e uma menor amplitude de P3 em comparação com crianças normais, além de uma amplitude significativamente menor em P3 sobre a região central das crianças com TDAH. Foi observado, ainda, que os picos P3 e N2 foram significativamente afetados nas crianças com TDAH quando comparados com os picos N1 e P2. Esses autores sugeriram que o aumento da latência do P3 corresponde a uma menor velocidade de processamento, e a diminuição da amplitude P3 é interpretada como rompimento de controle inibitório em crianças com TDAH, o que indica uma anormalidade neurocognitiva.

Senderecka *et al.* (2012) compararam os PEALL em crianças com TDAH e crianças com desenvolvimento típico. Verificaram que o grupo TDAH mostrou P2 com valores maiores, e N2 e P3 com valores reduzidos em comparação aos controles. Esses autores sugeriram que a amplitude menor de P3 no grupo com TDAH, particularmente sobre o hemisfério direito, é causada por deficiências no processamento automático, a amplitude maior do P2 pode refletir um déficit que precede a realização da tarefa discriminatória, enquanto que a diminuição da amplitude do N2 pode ser associada com a insuficiência na discriminação do estímulo.

Quanto ao MMN, Huttunen-Scott (2008) descreveu que os estudos realizados até agora com esse potencial não apresentaram provas convincentes de um déficit de discriminação de baixo nível auditivo em participantes com déficit de atenção.

Winsberg *et al.* (1993) relataram diferenças nas respostas do MMN em crianças hiperativas, sobretudo na latência da resposta que foi mais alongada que no grupo controle.

Grimm, Widmann e Schroger (2004), com o objetivo de verificar evidências eletrofisiológicas no processamento da duração dos sons, realizaram o teste MMN utilizando blocos de estímulos de diferentes durações, de 200 ms e de 1000 ms, em duas condições distintas de escuta: ignorando o estímulo apresentado e com atenção ao estímulo apresentado. Observaram respostas dentro do esperado para a condição de atenção ao estímulo apresentado, porém não foi observado um potencial auditivo para sons de longa duração na condição em que o estímulo apresentado é ignorado. Os autores concluíram que o processamento do aspecto de duração do som depende da duração do estímulo apresentado e da alocação de atenção.

No que diz respeito aos testes de processamento temporal, a literatura tem descrito alterações nos resultados para as crianças com TDAH, por isso a importância de se investigar melhor as habilidades temporais nessa população.

Jerger, Johnson e Loiselle (1988) e Musiek e Chermak (1994) afirmaram que as crianças com TDAH geralmente não apresentam diferenças entre o desempenho de ambas as orelhas em testes de PA comportamental, uma vez que a criança com TDAH apresenta um fraco desempenho decorrente da desatenção, presente de



mesma forma nas duas orelhas testadas, e não no desempenho de uma alteração de PA específica.

Toplak, Dockstader e Tannock (2006) relataram que têm crescido as evidências de que crianças com TDAH apresentam problemas em vários aspectos do processamento das informações temporais, incluindo a dificuldade na discriminação da duração dos sons, contribuindo para os baixos resultados encontrados nas avaliações cognitivas e comportamentais dessas crianças.

Huang *et al.* (2012) referiram-se ao processamento da informação temporal como um conceito multidimensional e estimularam o desenvolvimento de uma ampla variedade de métodos para quantificar as habilidades que o compõem, uma vez que afirmam ser difícil integrar os resultados da informação temporal do TDAH.

Barkley (1997) propôs dois modelos para explicar como o processamento temporal pode estar alterado no TDAH, sendo que o mais comum é que o controle inibitório dessas crianças é pobre e interfere na memória de trabalho, posteriormente afetando o processamento temporal. O segundo está de acordo com Sonuga-Barke; Bitsakou e Thompson (2010), que também defendeu um déficit primário no TDAH em vez de um déficit na memória de trabalho.

Autores relatam que circuitos interligados entre as regiões frontais, parietal, cerebelo e regiões temporais estão envolvidos na percepção do tempo e do controle inibitório, sendo consistentemente relacionados com fisiopatologia do TDAH (CARMONA *et al.*, 2011; CUBILLO *et al.*, 2011; SCHERES, *et al.*, 2010).

A literatura descreve, ainda, que crianças com TDAH têm déficits na produção e reprodução do tempo (CARELLI; FORMAN; MANTYLA, 2008; GONZALEZ-GARRIDO *et al.*, 2008; ROMMELSE *et al.*, 2007), porém ainda não há um consenso (TOPLAK; JAIN; TANNOCK, 2005; YANG *et al.*, 2007).

Estudos de processamento temporal em TDAH são limitados por serem realizados com amostras pequenas e não incluírem os diversos subtipos de TDAH (RICHARD; BALENTINE; LYNAM, 2001).

Segundo Ivry (1996) e Mangels, Ivry e Rapp (2001), as tarefas de discriminação temporal no TDAH dependem do intervalo de tempo examinado, sendo que o processamento de intervalos curtos (menos de 1 s) pode decorrer de mecanismos de temporização interna ou processos cerebelares, enquanto intervalos maiores (1 s ou mais) podem estar ligados a processos de memória de trabalho.

Abdo, Murphy e Schochat (2010) avaliaram o desempenho de crianças com dislexia e TDAH no teste de padrão de frequência (TPF). Observaram que as crianças com dislexia e com TDAH apresentaram desempenho estatisticamente pior do que as do grupo controle em todos os testes, sugerindo a existência de uma estreita relação entre as habilidades testadas e o transtorno do déficit de atenção e hiperatividade.

**Objetivos**

---

### **3 Objetivos**

#### **3.1 Objetivo geral**

Este estudo teve como objetivo avaliar o processamento auditivo de crianças com e sem transtorno do déficit de atenção com hiperatividade (TDAH) por meio de testes comportamentais e eletrofisiológicos.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Comparar o desempenho das crianças com e sem TDAH nos testes comportamentais (TPF e TPD) e eletrofisiológicos (PEALL) do processamento auditivo;
- Correlacionar os achados dos testes Comportamentais (TPF e TPD) com os achados dos testes eletrofisiológicos (PEALL) do processamento auditivo, de crianças com e sem TDAH.

## **Material e método**

---

## 4 Material e método

Este projeto de pesquisa foi submetido a análise e apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Filosofia e Ciências – CEP/FFC/UNESP, realizada após a sua aprovação, de acordo com o protocolo número: 0094/2011 (ANEXO A).

### 4.1 Sujeitos

Participaram deste estudo 30 crianças de ambos os gêneros na faixa etária de oito a 12 anos distribuídas em dois grupos:

- **Grupo Controle (GC):** composto por 15 crianças que frequentavam escola no município de Marília e apresentavam bom desempenho acadêmico. O grupo foi composto por 10 meninos e cinco meninas.

Essas crianças foram selecionadas pelos professores seguindo o critério de desempenho satisfatório em dois bimestres consecutivos em avaliação de leitura e escrita. A partir dessa indicação, as crianças foram submetidas às avaliações audiológica, oftalmológica e psicológica. Dessa forma, esse grupo foi composto por sujeitos que apresentaram limiares audiométricos dentro dos padrões de normalidade (20 dBNA – LLOYD; KAPLAN, 1978) e que não tinham alteração cognitiva e de acuidade visual.

- **Grupo Pesquisa (GP):** composto por 15 crianças devidamente diagnosticadas com TDAH e medicadas. O grupo foi composto por 11 meninos e quatro meninas.

O diagnóstico das crianças com TDAH foi realizado por uma equipe interdisciplinar do Centro de Estudos da Educação e Saúde – CEES/UNESP –

Marília e Ambulatório de Neurologia Infantil – Aprendizagem, do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da UNESP – Botucatu, incluindo avaliação fonoaudiológica, neurológica, pedagógica e neuropsicológica, considerou-se a presença de pelo menos seis (ou mais) sintomas de desatenção e seis (ou mais) sintomas de hiperatividade-impulsividade persistentes há pelo menos seis meses, segundo os critérios diagnósticos para transtorno de déficit de atenção/hiperatividade do DSM-IV. Foram aplicados os instrumentos da bateria neuropsicológica: WISC-III (WECHSLER, 2002) e a bateria neuropsicológica (TABAQUIM, 2008).

Os escolares do GP foram avaliados após um período de 24 horas sem o uso da medicação (metilfenidato), uma vez que a testagem em situação de uso da medicação poderia mascarar o desempenho comportamental das crianças.

### **Critérios para seleção**

#### **• Grupo Controle**

##### **▪ Critérios de inclusão**

- Assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido;
- Crianças com acuidade auditiva e desempenho cognitivo dentro dos padrões da normalidade segundo avaliação audiológica e neuropsicológica;
- Idade cronológica entre 8 e 12 anos;
- Crianças que apresentavam desempenho satisfatório em português e matemática por pelo menos dois bimestres consecutivos para compor o grupo controle

##### **▪ Critérios de exclusão**

- Crianças que apresentassem acuidade visual e auditiva e desempenho cognitivo abaixo dos padrões da normalidade, segundo avaliação audiológica e neuropsicológica;
- Crianças que apresentavam desempenho insatisfatório em português e matemática por pelo menos dois bimestres consecutivos.

- **Grupo Pesquisa:**

- **Critérios de inclusão**

- Assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido;
    - Crianças com acuidade auditiva e desempenho cognitivo dentro dos padrões da normalidade segundo avaliação audiológica e neuropsicológica;
    - Crianças com quadro de transtorno do déficit de atenção com hiperatividade comprovado pela avaliação da equipe interdisciplinar, devidamente medicadas, porém que não deveriam fazer uso de medicação 24 horas antes da avaliação para compor o grupo pesquisa.

- **Critérios de exclusão**

- Crianças que apresentassem acuidade visual e auditiva e desempenho cognitivo abaixo dos padrões da normalidade, segundo avaliação audiológica e neuropsicológica;
    - Crianças que não tiveram o diagnóstico de TDAH comprovado pela avaliação da equipe interdisciplinar;
    - Crianças que fizeram uso de medicamento nas 24 horas que antecediam a avaliação.

## 4.2 Procedimento metodológico

Para realização deste estudo foram aplicados os seguintes procedimentos:

- **Termo de Consentimento Pós-Informado**

Conforme resolução do Conselho Nacional de Saúde CNS 196/96, anteriormente ao início das avaliações, os pais ou responsáveis pelos escolares selecionados assinaram o Termo de Consentimento Pós-Informado para autorização da realização do estudo.

- **Avaliação audiológica**



A avaliação audiológica básica foi realizada em cabina acústica. Para a audiometria tonal limiar foi utilizado o audiômetro GSI-61 (padrão ANSI 3.6-1989 e S3.43-1992) com fones TDH – 50. Os limiares de audibilidade foram obtidos, por via aérea, nas frequências sonoras de 250 a 8000 Hz. O critério de normalidade utilizado foi a classificação proposta por Lloyd e Kaplan (1978), na qual a média das frequências de 500, 1000 e 2000 Hz deve ser igual ou menor que 20 dBNA.

#### • **Medidas de imitância acústica**

Realizadas com o intuito de verificar a integridade do sistema tímpano ossicular, bem como pesquisar o reflexo acústico modo contralateral nas frequências de 500 a 4000 Hz. Foi utilizado o imitanciômetro GSI-38 (Grason Sandler) com sonda de 226 Hz. Foram consideradas alterações a presença de curvas timpanométricas que indicassem alteração do sistema tímpano-ossicular em qualquer orelha avaliada, ou seja, todas as crianças deveriam apresentar curva timpanométrica do tipo A, e reflexos acústicos modo contralateral presentes (JERGER, 1970).

#### • **Avaliação do PEALL (MMN e P300)**

Foi utilizado o equipamento *Biologic Navigator Pro* e registrado mediante a utilização de cinco eletrodos descartáveis posicionados em Fz e Cz em referência aos lóbulos direito (A2) e esquerdo (A1), utilizando-se os dois canais de registro do equipamento e o eletrodo terra foi posicionado em Fpz. A impedância foi mantida em um nível inferior a 5 kW.

Os componentes foram pesquisados em duas varreduras, ou seja, primeiramente foi eliciado para estímulos tonais (*tone burst*) diferindo quanto à frequência – MMNf e P300f (estímulo frequente: frequência de 750 Hz e estímulo raro: frequência de 1000 Hz); após, para estímulos diferindo quanto à duração – MMNd e P300d (estímulo frequente: 100 ms e estímulo raro: 50 ms; ambos na frequência de 1000 Hz).

Tanto os estímulos diferindo quanto à frequência como quanto à duração foram apresentados aleatoriamente, em um paradigma *oddball*, a uma velocidade de 1,1 estímulos por segundo, com uma probabilidade de ocorrência do estímulo raro

de 20% do total de 250 estímulos. O tempo de análise das ondas foi de 500 ms, com filtro de 0,5 a 30 Hz e sensibilidade de 50.000  $\mu\text{V}$  e polaridade alternada.

Para o registro do MMN, o paciente realizou uma tarefa passiva e foi orientado a permanecer sentado, relaxado, porém desperto e assistindo a um vídeo (sem som) para se distrair e não dar atenção ao estímulo sonoro que lhe era apresentado. Já para o registro do P300, o paciente deveria realizar uma tarefa ativa, prestando atenção e discriminando os estímulos, nomeando-os como “fino” durante P300f e “curto” em P300d.

O procedimento de aquisição e coleta de dados foi realizado primeiramente pela tarefa passiva, seguida pela tarefa ativa:

a) Tarefa passiva (estímulo distrator, sem atenção ao som) – MMN

- OD (Fz e Cz/A2; Fz e Cz/A1) alterando quanto à frequência, estímulo frequente 750 Hz e raro 1000 Hz, denominado de MMNf;
- OE (Fz e Cz/A2; Fz e Cz/A1) alterando quanto à frequência, estímulo frequente 750 Hz e raro 1000 Hz, denominado de MMNf;
- OE (Fz e Cz/A2; Fz e Cz/A1) alterando quanto à duração, estímulo frequente 100 ms e raro 50 ms, denominado MMNd;
- OD (Fz e Cz/A2; Fz e Cz/A1) alterando quanto à duração, estímulo frequente 100 ms e raro 50 ms, denominado MMNd;

b) Tarefa ativa (de atenção, discriminação e nomeação do estímulo) – P300

- OD (Fz e Cz/A2; Fz e Cz/A1) alterando quanto à frequência, estímulo frequente 750 Hz e raro 1000 Hz, denominado de P300f;
- OE (Fz e Cz/A2; Fz e Cz/A1) alterando quanto à frequência, estímulo frequente 750 Hz e raro 1000 Hz, denominado de P300f;
- OE (Fz e Cz/A2; Fz e Cz/A1) alterando quanto à duração, estímulo frequente 100 ms e raro 50 ms, denominado P300d;
- OD (Fz e Cz/A2; Fz e Cz/A1) alterando quanto à duração, estímulo frequente 100 ms e raro 50 ms, denominado P300d;

A apresentação dos estímulos foi randomizada em relação à orelha estimulada, alternando-as a fim de evitar viés nos resultados. Quanto ao tempo de registro cada orelha, levou cerca de 4 minutos, totalizando uma média de 20 minutos para MMN e 20 minutos para P300, com intervalos de 2 a 3 minutos de descanso entre as varreduras.

Devido às dificuldades inerentes ao comportamento de crianças com TDAH, optou-se por realizar a replicação do exame somente quando necessário, e na rotina utilizar os registros de Cz e Fz para confirmação dos registros.

Para análise final dos resultados, optamos por utilizar os registros obtidos em Cz, haja vista que nesse estudo essa região foi onde os registros foram melhores. Além disso, a literatura tem descrito constantemente como a região de melhor visualização desses potenciais.

Para a identificação das ondas do P300, foi utilizado o critério proposto por Junqueira e Colafêmina (2002), que se apresenta a seguir:

- identificação do complexo N1-P2-N2 – três primeiras ondas que aparecem na sequência e apresentam polaridade negativa – positiva – negativa, respectivamente, ocorrendo na replicação dos traçados, frequente e raro, entre 60 e 300 ms;
- identificação do P3, maior onda positiva, logo após o complexo N1-P2-N2, ocorrendo na replicação do traçado para o estímulo raro, entre 240 e 700 ms;
- as latências foram marcadas no maior pico, ou seja, no ponto de máxima amplitude da onda;
- as amplitudes foram marcadas do pico da onda até a linha de base e inter-amplitude no caso da inter-amplitude N2-P3;

Ademais, para o grupo controle, optou-se por utilizar apenas sujeitos que se enquadravam dentro dos valores de normalidade para a faixa etária: N1 variando de 80 a 150 ms; P2, de 145 a 200 ms; N2, de 180 a 250 ms; P3, de 220 a 400 ms (McPHERSON, 1996; HALL, 2006).

Para a identificação das ondas do MMN, considerou-se a maior onda de polaridade negativa, entre os valores de latência de 100 a 300 ms, visualizada na subtração do traçado do estímulo raro ao traçado do estímulo frequente (LICHT; HORSLEY, 1998; NAATANEN *et al.*, 2004).

#### • Avaliação comportamental do processamento auditivo

A avaliação comportamental do processamento auditivo foi realizada em cabina acústica, por meio de DVD player acoplado ao audiômetro GSI-61.

O protocolo seguido foi o proposto pelo *Auditec*® (1997), que utiliza para o teste de padrão de frequência (TPF) a apresentação de 60 sequências de três tons,

os quais podem ser graves (G) (880 Hz) ou agudos (A) (1430 Hz). Cada tom dura 150 ms, havendo um intervalo de 200 ms entre os tons e de 6 s entre as sequências. Estas variam entre seis possibilidades: AAG, AGA, AGG, GGA, GAG e GAA.

Os testes de padrão de duração (TPD) apresentam três tons que diferem quanto à duração: tons puros longos (L) (500 ms) e curtos (C) (250 ms), com intervalo de 300 ms entre si, sendo que a frequência é mantida constante em 1000 Hz. O TPD apresenta seis possibilidades de combinação: LLC, LCL, LCC, CLL, CLC e CCL (SCHOCHAT *et al.*, 2009).

Nesse trabalho, os estímulos foram apresentados binauralmente (MUSIEK; CHERMAK, 1994; SCHOCHAT; RABELO; SANFINS, 2000), em um nível de intensidade de 50 dBNS, acima da média aritmética dos limiares de audibilidade obtidos para as frequências sonoras de 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz. O sujeito foi instruído, por demonstração, a verbalizar a sequência exata dos sons que ouviu, utilizando os termos “fino” (1430 Hz) e “grosso” (880 Hz) para o TPF e “longo” (500 ms) e “curto” (C) (250 ms), para o TPD. Exemplo: “fino, fino, grosso” e “curto, longo, curto”. Ao final, foram computados os números de acertos, e o resultado desse teste foi apresentado em porcentagem de acertos. As inversões de tons, por exemplo, “fino, fino, grosso” por “grosso, grosso, fino” e as inversões de padrões sequenciais, como “fino, grosso, grosso” por “grosso, grosso, fino”, foram consideradas erros (MUSIEK, 1994), assim como a omissão de padrões e tons e a inserção de tons nas sequências, por exemplo, “fino, fino, grosso” por “fino, fino, grosso, grosso”.

Os resultados foram considerados como normais ou alterados segundo os valores descritos por Balen (2001).

Quanto ao tempo de registro, levou-se cerca de 20 minutos, uma média de 10 minutos para cada teste, com intervalo de descanso de três minutos entre um teste e outro para descanso.

### **4.3 Análise estatística**

Conforme os objetivos já especificados, a metodologia estatística empregada visou à comparação inter e intragrupos frente às variáveis: desempenho na

avaliação comportamental do processamento auditivo – Testes de Padrão de Frequência e Duração, e desempenho na avaliação eletrofisiológica do processamento auditivo – latência e amplitude de N1, P2, N2, P3, MMN e interamplitude N2-P3.

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. Foi aplicado o teste estatístico de Shapiro-Wilk a fim de verificar a normalidade dos dados.

A comparação das médias dos testes entre os grupos estudados foi feita a partir da análise de variância – Teste F (ANOVA), e quando verificada significância foi confirmada pelo Tukey Test (ANOVA), teste paramétrico que faz comparação de médias utilizando a variância em dados que necessariamente configuram distribuição normal.

O resultado foi descrito como valor de p, e o nível de significância adotado foi sempre de 5% ou 0,05 ( $p \leq 0,05$ ).

Para a correlação intragrupos entre os achados da avaliação comportamental e eletrofisiológica do processamento auditivo foi aplicado o teste de Correlação de Pearson®, descrito como valor de r (forte  $r > 0,5$ ; moderada r entre 0,3 e 0,49 e fraca  $r < 0,3$ ).

O programa estatístico utilizado foi o *software* SAS® 9.0, utilizando a *PROC MIXED*.

**Resultados**

---

## **5 Resultados**

Neste capítulo são apresentados os resultados das avaliações comportamentais e eletrofisiológicas do processamento auditivo das 30 crianças, das quais 15 com diagnóstico de TDAH (GP) e 15 sem TDAH (GC). O valor de p quando significativo foi assinalado com um asterisco e o Tukey Test, com dois asteriscos.

Para facilitar a análise, os resultados foram divididos nos seguintes subtópicos: comparação inter e intragrupos na avaliação eletrofisiológica do processamento auditivo (PEALL – P300 e MMN) e na avaliação comportamental do processamento auditivo (TPF e TPD).

### **5.1 Comparação intergrupos**

#### **Comparação do desempenho dos grupos na avaliação eletrofisiológica do PA (PEALL – P300 e MMN)**

##### **PEALL – P300**

Na comparação da avaliação eletrofisiológica da audição da tarefa ativa quando realizada a estimulação com estímulo que variava quanto à frequência, P300f, a OD mostrou diferença significativa apenas nos valores de Latência de N1, enquanto que a OE não apresentou diferença ao nível de significância em nenhuma das variáveis.

As tabelas 1 e 2 apresentam os valores de média, desvio-padrão e valor de p das variáveis latência e amplitude de N1, P2, N2, P3 e interamplitude N2-P3 na avaliação do P300f em ambos os grupos da OD e OE, respectivamente.

**Tabela 1** – Média, desvio-padrão (DP) e valor de p das variáveis latência e amplitude de N1, P2, N2, P3 e interamplitude N2-P3 do P300f à OD

Variável	Grupo	Média	D.P.	Valor de p
Lat N1	GC	117,7	19,7	*0,0114**
	GP	99,4	17,1	
Amp N1	GC	-4,1	2,2	0,3699
	GP	-3,3	2,4	
Lat P2	GC	160,1	29,1	0,9682
	GP	159,7	36,5	
Amp P2	GC	-0,5	2,2	0,2462
	GP	0,5	2,7	
Lat N2	GC	207,4	31,5	0,7113
	GP	212,5	40,9	
Amp N2	GC	-5,8	2,6	0,3638
	GP	-5,0	2,2	
Lat P3	GC	316,0	32,2	0,6968
	GP	321,2	38,9	
Amp P3	GC	4,4	1,7	0,8271
	GP	4,6	3,2	
Int N2-P3	GC	10,5	4,2	0,6315
	GP	9,7	3,9	

Lat = latência, Amp = amplitude, Int = interamplitude, DP = desvio padrão. \*\* Tukey Test – Minimum Significant Difference = 13,84

**Tabela 2** – Média, desvio-padrão (DP) e valor de p das variáveis latência e amplitude de N1, P2, N2, P3 e interamplitude N2-P3 do P300f à OE

Variável	Grupo	Média	D.P.	Valor de p
Lat N1	GC	112,8	25,1	0,5622
	GP	118,3	26,0	
Amp N1	GC	-4,5	3,6	0,2710
	GP	-3,1	2,9	
Lat P2	GC	155,6	35,9	0,4742
	GP	165,2	36,3	
Amp P2	GC	-1,4	3,2	0,0986
	GP	1,2	2,2	
Lat N2	GC	198,7	27,4	0,1284
	GP	219,5	43,5	
Amp N2	GC	-6,1	3,3	0,2435
	GP	-4,6	3,1	
Lat P3	GC	329,4	32,6	0,9329
	GP	328,5	29,8	
Amp P3	GC	5,2	4,4	0,7083
	GP	5,8	3,6	
Int N2-P3	GC	12,6	5,1	0,3919
	GP	11,0	4,8	

Lat = latência, Amp = amplitude, Int = interamplitude, DP = desvio padrão



Quando realizado o P300 com a estimulação variando quanto à duração, P300d, a OD não mostrou diferença significativa quando comparados os dois grupos com e sem TDAH, enquanto que a OE apresentou significância na comparação da amplitude de P2 e N2 e na latência de N2.

As tabelas 3 e 4 apresentam os valores de média, desvio-padrão e valor de p das variáveis latência e amplitude de N1, P2, N2, P3 e interamplitude N2-P3 do P300d para a OD e OE, respectivamente.

**Tabela 3** – Média, desvio-padrão (DP) e valor de p das variáveis latência e amplitude de N1, P2, N2, P3 e interamplitude N2-P3 do P300d à OD

Variável	Grupo	Média	D.P.	Valor de p
Lat N1	GC	114,4	14,4	0,3985
	GP	107,0	29,9	
Amp N1	GC	-3,3	2,0	0,8291
	GP	-3,7	2,7	
Lat P2	GC	160,2	21,4	0,8283
	GP	162,9	41,4	
Amp P2	GC	0,8	2,2	0,6937
	GP	1,2	2,2	
Lat N2	GC	223,2	22,6	0,2994
	GP	234,5	34,1	
Amp N2	GC	-6,2	2,3	0,4603
	GP	-5,5	2,4	
Lat P3	GC	339,6	35,1	0,5325
	GP	331,3	36,9	
Amp P3	GC	3,9	2,6	0,2179
	GP	5,2	3,0	
IntN2-P3	GC	10,1	4,6	0,7740
	GP	9,7	3,9	

Lat = latência, Amp = amplitude, Int = interamplitude, DP = desvio padrão

**Tabela 4** – Média, desvio-padrão (DP) e valor de p das variáveis latência e amplitude de N1, P2, N2, P3 e interamplitude N2-P3 do P300d OE

Variável	Grupo	Média	D.P.	Valor de p
Lat N1	GC	124,6	24,4	0,1926
	GP	111,3	30,2	
Amp N1	GC	-4,0	2,0	0,2610
	GP	-3,0	2,5	
Lat P2	GC	162,5	24,1	0,9701
	GP	163,0	35,0	
Amp P2	GC	-0,9	3,2	*0,0349**
	GP	1,3	2,4	
Lat N2	GC	208,7	21,7	*0,0213**
	GP	237,2	39,6	
Amp N2	GC	-6,6	2,7	*0,0203**
	GP	-4,4	2,2	
Lat P3	GC	331,7	28,8	0,5667
	GP	340,5	50,8	
Amp P3	GC	4,9	2,5	0,7665
	GP	4,6	2,9	
IntN2-P3	GC	11,5	3,6	0,0523
	GP	8,4	4,5	

Lat = latência, Amp = amplitude, Int = interamplitude, DP = desvio padrão. \*\* Tukey Test – Minimum Significant Difference: Amp P2 = 2.16, Lat N2 = 23,94 e Amp N2 = 1,88

## PEALL, MMN

Na comparação da avaliação eletrofisiológica da audição da tarefa passiva quando realizada a estimulação com estímulo que variava quanto à frequência, MMNf, ambas as orelhas não mostraram diferença ao nível de significância quando comparados os dois grupos com e sem TDAH.

As tabelas 5 e 6 apresentam os valores de média, desvio-padrão e valor de p das variáveis latência e amplitude de N1, P2, N2, P3 e interamplitude N2-P3 do MMNf para a OD e OE, respectivamente.

**Tabela 5** – Média, desvio-padrão (DP) e valor de p das variáveis latência e amplitude do MMNf à OD

Variável	Grupo	Média	D.P.	Valor de p
Lat OD	GC	224,1	29,9	0,8019
	GP	220,2	52,6	
Amp OD	GC	-2,6	1,9	0,9948
	GP	-2,6	2,4	

Lat = latência, Amp = amplitude, OD = orelha direita, DP = desvio padrão

**Tabela 6** – Média, desvio-padrão (DP) e valor de p das variáveis latência e amplitude do MMNf à OE

Variável	Grupo	Média	D.P.	Valor de P
Lat OE	GC	224,1	29,9	0,2822
	GP	213,9	29,9	
Amp OE	GC	-3,4	2,0	0,9568
	GP	-3,4	2,2	

Lat = latência, Amp = amplitude, OE = orelha esquerda, DP = desvio padrão

Na avaliação do MMN com estimulação cujo estímulo variava quanto à duração, MMNd, não foi possível observar diferença estatisticamente significativa quando comparados os dois grupos com e sem TDAH em nenhuma das variáveis em ambas as orelhas.

As tabelas 7 e 8 apresentam os valores de média, desvio-padrão e valor de p das variáveis latência e amplitude de N1, P2, N2, P3 e interamplitude N2-P3 variando quanto à duração do MMNd para a OD e OE, respectivamente.

**Tabela 7** – Média, desvio-padrão (DP), valor mínimo, valor máximo e valor de p das variáveis latência e amplitude do MMNd à OD

Variável	Grupo	Média	D.P.	Valor de p
Lat OD	GC	209,5	50,1	0,8407
	GP	206,1	41,3	
Amp OD	GC	-2,4	1,9	0,0881
	GP	-4,7	2,5	

Lat = latência, Amp = amplitude, OD = orelha direita, DP = desvio padrão

**Tabela 8** – Média, desvio-padrão (DP) e valor de p das variáveis latência e amplitude do MMNd à OE.

Variável	Grupo	Média	D.P.	Valor de p
Lat OE	GC	245,4	57,7	0,4961
	GP	232,9	40,4	
Amp OE	GC	-3,7	2,6	0,9253
	GP	-3,6	2,6	

Lat = latência, Amp = amplitude, OE = orelha esquerda, DP = desvio padrão

## Desempenho entre os grupos na avaliação comportamental do PA (TPF e TPD)

### TPD e TPF

Quando comparadas a avaliação comportamental do grupo controle e a avaliação comportamental do grupo pesquisa, em ambos TPF e TPD houve diferença significativa entre os grupos. A tabela 9 apresenta os valores de média, desvio-padrão e valor de p, no TPF e TPD para ambos os grupos.

**Tabela 9** – Média, desvio-padrão (DP) e valor de p calculados dos testes de padrão de frequência e duração.

Variável	Grupo	Média	D.P.	Valor de p
TPF	GC	92,0	8,8	*0,0083**
	GP	74,6	21,9	
TPD	GC	85,3	6,6	*0,0008**
	GP	53,3	32,3	

TPF = Teste de padrão de frequência, TPD = teste de padrão de duração, DP = desvio padrão. \*\* Tukey Test – Minimum Significant Difference = 12,495 e 17,488, respectivamente

## 5.2. Correlação intragrupos

### Correlação entre os achados da avaliação eletrofisiológica (PEALL- P300 e MMN) e os achados da avaliação comportamental do PA (TPF e TPD)

#### P300 frequência x teste de padrão de frequência

Na correlação entre o P300f e o TPF foi possível observar diferença ao nível de significância para os valores de latência de N1 da OD do grupo controle e correlação negativa forte, enquanto que a OE apresentou significância para os valores de interamplitude N2-P3 do grupo pesquisa e correlação positiva moderada, conforme se observa nos índices de correlação de Pearson® (Tabela 10) e nos valores de p (Tabela 11).

**Tabela 10** – Correlação entre P300f e TPF por grupo e por orelha

	<b>TPF GC x PEALL OD</b>	<b>TPF GC x PEALL OE</b>	<b>TPF GP x PEALL OD</b>	<b>TPF GP x PEALL OE</b>
Lat N1	-0,576	-0,177	0,119	-0,190
Amp N1	-0,194	0,112	-0,047	-0,192
Lat P2	-0,432	0,076	-0,044	-0,109
Amp P2	-0,479	0,102	-0,033	0,189
Lat N2	-0,463	0,212	-0,179	-0,351
Amp N2	-0,157	0,042	0,212	0,180
Lat P3	-0,156	-0,207	-0,049	-0,213
Amp P3	0,167	-0,368	0,007	0,339
IntN2-P3	0,441	-0,180	0,097	0,268

Lat = latência, Amp = amplitude, Freq = frequência, OD = orelha direita, OE = orelha esquerda, TPF = teste de padrão de frequência

**Tabela 11** – Correlação entre P300f e TPF por grupo e por orelha

	<b>TPF GC x PEALL OD</b>	<b>TPF GC x PEALL OE</b>	<b>TPF GP x PEALL OD</b>	<b>TPF GP x PEALL OE</b>
Lat N1	0,024*	0,527	0,671	0,495
Amp N1	0,488	0,688	0,866	0,491
Lat P2	0,107	0,786	0,873	0,697
Amp P2	0,070	0,714	0,906	0,499
Lat N2	0,081	0,448	0,522	0,199
Amp N2	0,575	0,880	0,446	0,519
Lat P3	0,578	0,458	0,860	0,445
Amp P3	0,551	0,176	0,978	0,216
IntN2-P3	0,099	0,518	0,730	0,333*

Lat = latência, Amp = amplitude, Freq = frequência, OD = orelha direita, OE = orelha esquerda, TPF = teste de padrão de frequência

### **P300 duração x teste de padrão de duração**

Na correlação entre P300d e TPD foi possível observar diferença significativa nos valores de latência de N2 do grupo pesquisa para a OD e correlação negativa forte, enquanto que na OE foi possível observar diferença significativa nos valores de amplitude de N2 e latência de P3 para o grupo controle e na amplitude de N1 para o

grupo pesquisa, no qual também foi possível verificar uma correlação negativa fraca, conforme se observa nos índices de correlação de Pearson (Tabela 12) e nos valores de p (Tabelas 13).

**Tabela 12** – Correlação entre P300d e TPD por grupo e por orelha

	<b>TPD GC x PEALL OD</b>	<b>TPD GC x PEALL OE</b>	<b>TPD GP x PEALL OD</b>	<b>TPD GP x PEALL OE</b>
Lat N1	-0,242	0,137	0,062	0,234
Amp N1	0,169	-0,451	-0,057	-0,562
Lat P2	-0,308	-0,098	-0,098	0,069
Amp P2	-0,065	-0,278	-0,077	-0,175
Lat N2	-0,372	-0,271	-0,539	-0,082
Amp N2	-0,041	-0,541	0,100	-0,333
Lat P3	0,023	-0,516	-0,232	0,067
Amp P3	0,209	-0,220	0,191	0,478
IntN2-P3	0,140	0,342	-0,176	0,247

Lat = latência, Amp = amplitude, dur = duração, OD = orelha direita, OE = orelha esquerda, TPD = teste de padrão de duração

**Tabela 13** – Correlação entre P300d e TPD por grupo e por orelha

	<b>TPD GC x PEALL OD</b>	<b>TPD GC x PEALL OE</b>	<b>TPD GP x PEALL OD</b>	<b>TPD GP x PEALL OE</b>
Lat N1	0,384	0,624	0,825	0,399
Amp N1	0,547	0,091	0,838	0,029*
Lat P2	0,262	0,726	0,726	0,805
Amp P2	0,817	0,314	0,782	0,531
Lat N2	0,171	0,326	0,037*	0,769
Amp N2	0,882	0,036*	0,721	0,224
Lat P3	0,932	0,048*	0,403	0,810
Amp P3	0,453	0,429	0,494	0,071
IntN2-P3	0,617	0,211	0,529	0,373

Lat = latência, Amp = amplitude, dur = duração, OD = orelha direita, OE = orelha esquerda, TPD = teste de padrão de duração

### **Mismatch Negativity frequência x teste de padrão de frequência**

Na correlação entre MMNf e TPF foi possível observar diferença significativa apenas nos valores de latência do MMNf para o grupo controle na OD, no qual também é possível verificar uma correlação positiva moderada, enquanto que na OE não foi possível observar diferença significativa em nenhuma das variáveis, conforme se observa nos índices de correlação de Pearson (r) e nos valores de p (Tabela 14).

**Tabela 14** – Correlação e valor de p entre MMNf e TPF por grupo e por orelha

	<b>TPF GC x PEALL OD</b>	<b>TPF GC x PEALL OE</b>	<b>TPF GP x PEALL OD</b>	<b>TPF GP x PEALL OE</b>
Lat MMN – r	0,649	0,027	0,003	0,223
AMP MMN-r	0,227	0,048	0,038	0,079
Lat MMN-p	0,008*	0,923	0,990	0,422
AMP MMN-p	0,415	0,862	0,891	0,778

Lat = latência, Amp = amplitude, Freq = frequência, OD = orelha direita, OE = orelha esquerda, TPF = teste de padrão de frequência

### **Mismatch Negativity duração x teste de padrão de duração**

Na correlação entre MMNd e TPD foi possível observar diferença significativa apenas nos valores de amplitude do MMN para o grupo controle na OD, enquanto que na OE não foi possível observar diferença significativa em nenhuma das variáveis, conforme se observa nos índices de correlação de Pearson® e nos valores de p (Tabela 15).

**Tabela 15** – Correlação e valor de p entre MMNd e TPD por grupo e por orelha

	<b>TPD GC x PEALL OD</b>	<b>TPD GC x PEALL OE</b>	<b>TPD GP x PEALL OD</b>	<b>TPD GP x PEALL OE</b>
Lat MMN-r	0,263	0,128	-0,108	0,044
AMP MMN-r	0,577	0,207	0,191	0,003
Lat MMN-p	0,343	0,647	0,701	0,875
AMP MMN-p	0,024*	0,458	0,494	0,988

Lat = latência, Amp = amplitude, dur = duração, OD = orelha direita, OE = orelha esquerda, TPD = teste de padrão de duração





## 6 Discussão

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

Inicialmente, serão discutidos os achados da avaliação eletrofisiológica do processamento auditivo nos grupos controle e pesquisa, depois os resultados obtidos na avaliação comportamental do processamento auditivo e, finalmente, a correlação entre os achados da avaliação eletrofisiológica do processamento auditivo e a avaliação comportamental do processamento auditivo.

A discussão será dividida em capítulos, a fim de facilitar a discussão de cada tópico.

### 6.1 Avaliação eletrofisiológica do PA

Muitos são os estudos que têm avaliado o P300 de crianças com TDAH, porém poucos têm dado foco aos demais componentes do PEALL, N1, P2 e N2 (BORJA; PONDE, 2009; FRANK; SEIDEN; NAPOLITANO, 1994; HOLCOMB; ACKERMAN; DYKMAN, 1985; IDIAZABAL *et al.*, 2002; LOISELLE *et al.*, 1980; PUENTE *et al.*, 2002; TSAI; HUNG; LU, 2012;).

Neste estudo foi verificada diferença significativa para os valores de latência e amplitude entre o P300 do GC e GP, tanto na avaliação do P300f quanto na avaliação do P300d quando o foco são os componentes N1, P2 e N2.

No que se refere à avaliação do P300d, a OE apresentou melhor amplitude de P2 para o GP quando comparado ao GC, o que corrobora estudos (HOLCOMB; ACKERMAN; DYKRAAN, 1996; KEMNER *et al.*, 1996; OADES *et al.*, 1996; SATTERFIELD; SCHELL; NICHOLAS, 1994) que demonstraram que o componente P2 é maior em crianças com TDAH em comparação aos controles normais.

Senderecka *et al.* (2012) observaram, ainda, que o P3 das crianças com TDAH apresenta amplitude reduzida particularmente sobre o hemisfério direito, o que os autores justificam como possíveis deficiências no processamento automático

em crianças com TDAH, e sugerem que a amplitude maior do P2 nessas crianças possa refletir um déficit que preceda a realização da tarefa de discriminação.

A maior amplitude de P2 das crianças do GP desse estudo pode ser justificada por pesquisas (HANSEN; HILLYARD, 1988; OADES *et al.*, 1996; OADES, 1998) que afirmam que essa onda possui geradores em diversas regiões do córtex auditivo primário, secundário e no sistema reticular, as quais estão associadas à atenção que o indivíduo dá ao estímulo sonoro e com a inibição do processamento de estímulos competitivos. Assim as crianças com TDAH deste estudo precisariam de uma maior ativação dessas regiões, para garantir que se mantivessem atentas e, conseqüentemente, discriminar os estímulos raros dos frequentes.

Na avaliação do P300d da OE também foi observada diferença ao nível de significância para a amplitude de N2, na qual o GC apresentou maior negatividade quando comparado ao GP, e na latência do N2, em que o GP teve valores mais alongados. Esses resultados corroboram outros estudos (LAZZARO *et al.*, 2001; LOISELLE *et al.*, 1980) e podem ser explicados por possíveis dificuldades pré-atencionais e de discriminação das crianças com TDAH, já que, segundo McPherson (1996) e Naatanen (1992), a onda N2 aconteceria a partir da atenção e discriminação de uma resposta passiva e automática pré-atencional elicitada pela discriminação do evento raro.

McPherson (1996) analisou crianças com TDAH em duas condições, com e sem atenção, e verificou alterações no PEALL das crianças com TDAH quando em comparação com as controle normais, em relação à menor amplitude de N2 e P3. Esse autor afirmou que a onda N2 tem como possível gerador o córtex auditivo supratemporal e, assim como o P3, é um dos componentes mais sensíveis do PEALL, estando associado à atenção e à memória de curto prazo, à solução de problemas e a processos de decisão (HILLYARD *et al.*, 1984).

Os achados deste estudo também estão de acordo com Courchesne, Courchesne e Hillyard (1978), Johnstone e Barry (1996) e Tsai, Hung e Lu (2012), e que verificaram menor amplitude de N2 para crianças com TDAH, quando comparado a crianças sem TDAH.

No que se refere à latência do N2, a OE apresentou diferença significativa quando comparados GC e GP, sendo possível observar valores de latência mais alongados para o GP, corroborando com os achados de Barry, Johnstone e Clarke

(2003) e Tsai, Hung e Lu (2012), que analisaram, além da amplitude do N2, também os valores de latência das crianças com TDAH e os comparam com os controles normais, verificando que houve um aumento na latência do N2 para o GP.

Neste estudo, observamos que o componente N2 foi o único que apresentou diferenças ao nível de significância tanto para latência quanto para a amplitude quando comparadas as crianças com e sem TDAH, o que nos faz considerar que aquelas com TDAH deste estudo apresentavam um declínio na eficiência das respostas que envolviam processos pré-atencionais e de discriminação (LAZZARO *et al.*, 2001; SATTERFIELD; SCHELL; NICHOLAS, 1994), já que, segundo Naatanen (1992), a geração do N2 acontece a partir da atenção e discriminação de uma resposta passiva e automática pré-atencional elicitada pela discriminação do evento raro.

Com relação aos achados do componente P3, este estudo corrobora Brayner (2003), Callaway, Halliday e Naylor (1983) e Satterfield, Schell e Backs (1988), que observaram em suas pesquisas valores normais de latência e amplitude para o P300 no grupo TDAH, quando comparados aos controles normais. Porém, são discordantes de outras literaturas, que têm constantemente descrito um aumento no tempo de latência das ondas do P300 (BORJA; PONDE, 2009; HOLCOMB; ACKERMAN; DYKMAN, 1985; IDIAZABAL *et al.*, 2002; PUENTE *et al.*, 2002; TSAI; HUNG, LU, 2012), bem como uma diminuição de amplitude (FRANK; SEIDEN; NAPOLITANO, 1994; HOLCOMB; ACKERMAN; DYKMAN, 1985; IDIAZABAL *et al.*, 2002; JOHNSTONE; BARRY, 1996; LOISELLE *et al.*, 1980; PUENTE *et al.*, 2002; SATTERFIELD, 1990;) para os indivíduos com TDAH.

Uma primeira explicação para não serem verificadas diferenças significativas entre o P300 das crianças com e sem TDAH deste estudo é a de que o número de crianças foi pequeno, sendo esse um fator limitante para a discussão específica destes achados. Tal limitação neste estudo foi descrita por Brayner (2003) e Satterfield e Braley (1977), que sugerem o aumento da amostra para melhor investigação da via auditiva.

Outra possível explicação é a de que as crianças com TDAH apresentam alterações nos processos pré-atencionais e de discriminação, o que ficou evidente nos resultados encontrados na onda N2. No entanto, essas crianças passaram a processar tais informações de alguma maneira, que pode ser com auxílio de outras

estruturas do sistema nervoso central e/ou por meio da interferência da plasticidade neural, na qual as experiências sensoriais promovem uma melhora na sincronia neural ou uma reorganização das células nervosas (TREMBLAY; BURKARD, 2007), já que, segundo a literatura (HALL, 2006), uma série de processos cognitivos pode estar envolvida na geração do P300.

As crianças com TDAH deste estudo, apesar dos resultados do P300 estarem dentro da normalidade, apresentaram valores de latência um pouco mais alongados, o que sugere que, mesmo que aquelas com TDAH tenham conseguido discriminar os eventos raros dos eventos frequentes, o tempo de latência foi um pouco maior quando comparado com o das crianças sem TDAH, o que corrobora os estudos de Duncan-Johnson e Donchin (1997) e Roth, Ford e Kopell (1978), que afirmam existir uma relação direta entre a latência do P300 e o tempo de processamento da informação auditiva. Isso pode ser explicado pelo fato de as crianças com TDAH terem um processamento mais rápido da informação, acarretando um maior número de sinapses, porém essas informações acabariam se perdendo e comprometendo as respostas.

É importante ressaltar que, apesar de as crianças deste estudo não terem sido submetidas a qualquer tipo de terapia fonoaudiológica, fazem uso contínuo de medicação. Isso quer dizer que, quando o diagnóstico dessas crianças foi definido, os pais foram orientados a estimulá-las em casa com e sem o uso da medicação, com o objetivo de minimizar o déficit atencional na formação de memória para a aprendizagem. Isso é um critério de atuação dos profissionais do Laboratório de Investigação dos Desvios da Aprendizagem – LIDA, local em que foi realizado o diagnóstico das crianças do GP deste estudo, que pode ter influenciado nos resultados normais do P3 delas, visto que a neuroplasticidade pode atuar em favor do funcionamento das vias auditivas.

No que se refere ao MMN, tanto MMNf quanto MMNd não foi verificada diferença significativa em nenhuma das variáveis, seja em latência ou em amplitude, quando comparados os dois grupos. Tais achados podem ser explicados pelo fato de que no MMN há o envolvimento de processos pré-atencionais que independem da resposta do indivíduo. Assim, essas crianças não precisavam realizar qualquer tipo de tarefa, o que justifica os resultados normais do MMN (BARKLEY, 1997; VAN DE MEERE; BOUDEWIJN; STEMERDINK, 1996). Além disso, no

caso do MMN, a atenção do sujeito está fora do foco do estímulo auditivo, como, por exemplo, quando o indivíduo é submetido a um estímulo distrator visual (ARNOTT; ALLAN, 2002; MULLER, 2002). Em crianças com TDAH, os déficits podem estar associados às atividades em que elas precisem manter a atenção sustentada e, ainda, realizar uma tarefa ativa de discriminação e de nomeação dos estímulos, como ocorre no P300 deste estudo.

Segundo a literatura especializada (NAATANEN, 1992), o MMN é eliciado quase que da mesma forma que o N2, ou seja, a partir de atividades de atenção e discriminação de um evento raro, sendo que o que difere os dois é o fato de o MMN ser eliciado a partir de uma resposta passiva e automática pré-atencional, enquanto que o N2, de uma resposta ativa. Além disso, o N2 é registrado na mesma região de latência do MMN (HALL, 2006) e tem sido comumente descrito como a representação funcional desse componente (NAATANEN; PICTON, 1986; SNYDER; HILLYARD, 1976). Assim, neste estudo, inicialmente esperava-se que as crianças com TDAH apresentassem, também, alterações para o MMN. Uma possível explicação para esse resultado é a de que os sujeitos com TDAH deste estudo apresentam, ainda, déficits de atenção sustentada, já que as alterações mais evidentes dos PEALL foram visualizadas quando foi exigido algum tipo de resposta na qual as crianças precisariam, além de realizar uma tarefa, manter atenção por um período de tempo longo (VAN DE MEERE; BOUDEWIJN; STEMERDINK, 1996).

Neste estudo, verificamos, ainda, que o maior número de resultados alterados foi proveniente da estimulação à OE, e nos levam a sugerir que, como o processamento dos estímulos não verbais e dos estímulos variando quanto à duração são processados primeiramente pelo hemisfério direito (BRANDÃO, 1995; PINHEIRO; MUSIEK, 1985) e transferidos via corpo caloso ao hemisfério esquerdo, as alterações de atenção e discriminação das crianças deste estudo podem ser provenientes de déficits processuais no hemisfério direito.

Segundo a literatura (GEERAERTS *et al.*, 2008; HEILMAN *et al.*, 1987; MESULAM; VAN HOESEN, 1976; VOELLER; HEILMAN, 1988), as alterações comportamentais das crianças com TDAH são coincidentes com aquelas encontradas em pacientes com lesões no hemisfério direito, que têm um papel crítico na sustentação (CORBETTA *et al.*, 1993; PARDO; RAICHLE, 1991; RICCIO *et al.*, 2002) e na regulação da atenção (ASTON-JONES; FOOTE; BLOOM, 1984).

Além disso, estudos de neuroimagem revelam que o cérebro das crianças com TDAH apresentam anormalidades nas regiões frontais e parietais do hemisfério direito (BOOTH *et al.*, 2005; SOWELL *et al.*, 2003; VANCE *et al.*, 2007).

## **6.2 Avaliação comportamental do processamento auditivo**

Na comparação entre GC e GP na avaliação do TPF e TPD, verificamos que houve diferença significativa entre os grupos, sendo que o GP apresentou, em média, valores mais baixos quando comparado ao GC, em ambos os testes. Ademais, ficou evidente que o TPD teve piores resultados quando comparado ao TPF.

Uma justificativa para o melhor desempenho em discriminar frequências quando comparado à duração é o fato de que, no teste em que se varia a duração, duas variáveis relacionadas ao processamento temporal estão presentes — a duração do estímulo e sua ordenação. Tais tarefas, segundo a literatura (BORGES; SCHOCHAT, 2005; MUSIEK; BARAN; PINHEIRO, 1990), têm o grau de dificuldade maior.

Na comparação entre a avaliação comportamental de crianças com e sem TDAH deste estudo, mais uma vez pudemos verificar que os indivíduos com TDAH possuem alterações quando precisam manter atenção e discriminar diferentes estímulos, especialmente quando envolvem tarefas relacionadas à duração. Esses achados podem ser justificados, também, por Eddins *et al.* (2001), que afirmam que déficits de memória e atenção podem levar a déficits em testes que envolvem a discriminação entre estímulos com duração diferente.

## **6.3 Correlação entre a avaliação eletrofisiológica do processamento auditivo e a avaliação comportamental do processamento auditivo**

Na correlação entre o P300f e o TPF, observamos diferença estatisticamente significativa entre o TPF e a latência de N1 da OD do GC, no qual foi observada

correlação negativa fraca, o que sugere que quanto maior o número de acertos no TPF menor é tempo de latência de N1. Na OE foi verificada significância apenas para os valores de interamplitude N2-P3 do GP e correlação positiva moderada, ou seja, quanto maior o número de acertos do TPF maior a interamplitude N2-P3.

Os resultados da correlação entre TPF e P300f indicaram que os testes comportamentais e eletrofisiológicos foram concordantes e que essas duas medidas poderiam ser complementares na avaliação dessas crianças, porém é importante ressaltar que foram encontradas correlações em apenas duas medidas. Uma correlação na OD, que foi do tipo fraca, e outra na OE, do tipo moderada, o que sugere que a correlação entre as medidas comportamentais e eletrofisiológicas quando envolvem aspectos que avaliam a frequência precisam ser mais estudadas nessa população.

Quando correlacionado o P300d e o TPD, foi verificada diferença ao nível de significância para os valores de latência de N2 do GP na OD e correlação negativa moderada, sugerindo que quanto maior o número de acertos no TPD menor o tempo de latência de N2. Na OE foi possível observar diferença estatisticamente significativa para a amplitude de N1 do GP e N2 para o GC, com correlações negativa fraca e moderada, respectivamente. Ou seja, quanto maior o número de acertos no TPD menor a amplitude de N1 e N2. Ainda na OE, foi verificada significância na correlação entre a latência de P3 do GC e o TPD, além de uma correlação negativa forte, o que indica que quanto maior a quantidade de acertos no TPD menor o tempo de latência de P3, o que mais uma vez indica que houve concordância entre as medidas comportamentais e eletrofisiológicas.

Neste estudo, verificamos que a maior correlação entre as medidas comportamentais e eletrofisiológicas do P300 foram entre os testes que envolveram o processamento temporal da ordem de duração, TPD e P300d, o que pode ser justificado pelo fato de que o processamento temporal da ordem de duração avalia diretamente as regiões do córtex temporal, quando comparados com testes de padrão de frequência (BARAN *et al.*, 1987; BELLIS, 1996). Segundo Hall e Muller (1996), o TPF apresenta menor sensibilidade que o TPD, além disso Fuente e McPherson (2006) supõem que os testes TPD e TPF avaliam a mesma capacidade, mas envolvem diferentes processos auditivos.

No que diz respeito ao MMN, quando realizada a correlação entre MMNf e o TPF houve significância para a latência do MMNf do GC na OD e uma correlação negativa fraca, sugerindo que quanto maior a quantidade de acertos no TPF menor o tempo de latência do MMNf. O mesmo foi observado na correlação entre MMNd e TPD, em que houve significância na amplitude do MMNd do GC na OD e correlação positiva forte, o que indica que quanto mais acertos no TPD maior a amplitude de MMNd, havendo mais uma vez concordância entre as avaliações comportamental e eletrofisiológica dessas crianças.

Na correlação entre os testes comportamentais e o MMN do nosso estudo, pudemos observar que tanto o MMNf quanto o MMNd tiveram concordância entre as medidas, no entanto tal correlação foi observada apenas para o GC, o que mostra que esses testes podem ser complementares, já que as crianças do GC apresentaram resultados normais tanto para os testes comportamentais quanto para os testes eletrofisiológicos. É importante ressaltar, que quando avaliado o MMNf a correlação foi do tipo fraca, enquanto que para o MMNd a correlação foi do tipo forte, o que sugere que mais uma vez os estímulos variando quanto à duração podem ser os mais indicados para avaliar o processamento auditivo temporal das populações infantis, tanto para os testes comportamentais como aos eletrofisiológicos.

Apesar de este estudo encontrar correlação entre medidas comportamentais e eletrofisiológicas nos testes de processamento auditivo temporal das crianças com TDAH, outros estudos ainda precisam ser realizados, uma vez que alguns autores afirmam que as dificuldades no PA, eventualmente observadas em portadores de TDAH, não representam um déficit primário, sendo mais bem entendidas como um fenômeno secundário à desatenção (CAVADAS; PEREIRA; MATTOS, 2007; GOMES; CONDON, 1999).

Schochat, Scheuer e Andrade (2005) afirmam que a alteração de processamento é frequentemente encontrada em crianças com TDAH, entretanto há diferenças em relação à natureza da desatenção observada na criança com TDAH, que costuma ser persistente e supramodal, e na criança com alteração de PA, que é restrita a atenção auditiva.

Cook *et al.* (1993) analisaram o grau de sobreposição de sintomas entre TDAH e distúrbio do PA a partir da avaliação de 15 sujeitos com TDAH e 10 sujeitos normais. Os resultados apontaram que 12 sujeitos com TDAH apresentaram



alteração do PA, sugerindo que o TDAH e o distúrbio do PA são transtornos intimamente relacionados, dados que corroboram os resultados desta pesquisa e das evidências de estudos anteriores aqui discutidos.

**Conclusão**

---

## 7 Conclusão

Na comparação entre o desempenho das crianças com e sem TDAH nos testes de avaliação comportamental do processamento auditivo, foi verificado que as crianças com TDAH apresentaram alterações em ambos os testes, enquanto que as crianças sem TDAH apresentaram resultados normais. Foi possível observar, ainda, que os resultados foram mais alterados no TPD que no TPF.

Quando comparado o desempenho das crianças com e sem TDAH no teste de avaliação eletrofisiológica da audição, foram observadas diferenças significantes para a amplitude de P2 da OE que foi maior para o grupo com TDAH, e para a amplitude e latência de N2 também da OE, que se mostraram alteradas no grupo com TDAH.

Na correlação entre os achados da avaliação comportamental do processamento auditivo com os achados da avaliação eletrofisiológica da audição, foi observado um maior número de concordância entre os testes quando os estímulos avaliados variavam quanto à duração.

O presente estudo possibilitou um maior conhecimento da via auditiva central das crianças com e sem TDAH quando avaliadas a partir de testes de processamento auditivo temporal (TPD e TPF) e testes eletrofisiológicos (PEALL – P300 e MMN), porém outros estudos ainda se fazem necessários, sobretudo na literatura nacional, a fim de se conhecer melhor o funcionamento da via auditiva dessas populações.

## Referência

---

## 8 Referências

ABDO, A. G. R.; MURPHY, C. F. B.; SCHOCHAT, E. Habilidades auditivas em crianças com dislexia e transtorno do déficit de atenção e hiperatividade. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, v. 22, n. 1, p. 25-30, 2010.

AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION (ASHA). Central Auditory Processing Disorders. *Technical report*. 2005. Disponível em: <<http://www.asha.org/members/deskrefjournals/deskref/default>>. Acesso em: 28 de março de 2012.

ANDERER, P. *et al.* Differential effects of normal aging on sources of standard N1, target N1 and target P300 auditory event-related brain potentials revealed by low resolution electromagnetic tomography. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, v. 108, n. 2, p. 160-174, 1998.

AQUINO, A. M. C. M. *et al.* O potencial endógeno nos distúrbios de atenção e memória auditiva. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, v. 66, p. 225-230, 2000.

ARNOTT, S. R.; ALLAN, C. Stepping out of the spotlight: MMN attenuation as a function of distance from the attended location. *Neuroreport*, v. 13, p. 2209-2212, 2002.

ASTON-JONES, G.; FOOTE, S. L.; BLOOM, F. E. Anatomy and physiology of locus coeruleus neurons: functional implications. In: ZIEGLER, M.; LAKE, C. R. (Ed.). *Norepinephrine Frontiers of clinical neuroscience*, Baltimore: Williams and Wilkins, 1984. p. 92-116.

ATIENZA, M.; CANTERO, J. L.; DOMINGUEZ-MARIN, E. The time course of neural changes underlying auditory perceptual learning. *Learning memory*, v. 9, p. 138-150, 2002.

AUDITEC. Evaluation manual of pitch pattern sequence and duration pattern sequence. St. Louis: Auditec; 1997.

ÁVILA, J. O.; QUAGLIATO, E. M. A. B.; COSTALLAT, L. T. L. "Spectrum bias" e o registro de potenciais evocados de longa latência em pacientes com Lupus Eritematoso Sistêmico (LES)". *Arquivos de neuro-psiquiatria*, v. 59, n. 3, p. 7, 2001.

AZZAM, H.; HASSAN, D. M. Speech-evoked auditory potentials in attention deficit hyperactivity disorder. *Audiological Medicine*, v. 8, n. 3, p. 129-136, 2010.

AZEVEDO, M. F. *et al.* Avaliação do processamento auditivo central: Identificação de crianças de risco para alteração de linguagem e aprendizado. In: MARCHESAN, I.Q. *et al.* (Ed). *Tópicos em fonoaudiologia*. São Paulo: Lovise, 1995. p. 447-462.

BALEN, S. A. *Reconhecimento de padrões auditivos de frequência e de duração: desempenho de crianças escolares de 7 a 11 anos*. 2001. 175 f. Tese (Doutorado em Psicologia) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2001.

BALTHAZOR, M. J.; WAGNER, R. K.; PEHAN, W. E. The specific of the effects of stimulate medication on classic learning related measures of cognitive processing for attention deficit disorders children. *Journal of Abnormal Child Psychology*, v. 19, n. 1, p. 35-52, 1991.

BANAI, K.; ABRAMS, D.; KRAUS, N. Speech evoked brainstem responses and sensory-based accounts of learning disability. *International Journal of Audiology*, v. 46, p. 524-532, 2007.

BARAN, J. A.; MUSIEK, F. E. Behavioral assessment of the central auditory nervous system. In: RINTELMANN, W. F (Ed). *Hearing Assessment*. 2. ed. Boston: Allyn & Bacon, 1991.

BARAN, J. A. *et al.* Auditory duration pattern sequences in the assessment of pathology. *Asha*, v. 29, p. 125, 1987.

BARKLEY, R. A. Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, v. 121, n. 1, p. 65-94, 1997.

BARNETT, R. *et al.* Abnormal executive function in attention deficit hyperactivity disorder: the effect of stimulant medication and age on spatial working memory. *Psychological Medicine*, v. 31, n. 6, p. 114-121, 2001.

BARRY, R. J.; JOHNSTONE, S. J.; CLARKE, A. R. A review of electrophysiology in attention-deficit/hyperactivity disorder: II: event-related potentials. *Clinical Neurophysiology*, v. 114, n. 2, p. 184-198, 2003.

BELLIS, T. J. *Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting: from science to practice*. San Diego, CA: Singular Publishing Group, 1996.

BENCZIK, E. B. P. *Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade: atualização diagnóstica e terapêutica: um guia de orientação pra profissionais*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002.

BESS, *et al.* *Fundamentos de audiologia*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

BOOTH, J.R. *et al.* Larger deficits in brain networks for response inhibition than for visual selective attention in attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Journal of Child Psychiatry*, v. 46, p. 94-111, 2005.

BORGES, C. F.; SCHOCHAT, E. Fatores de risco para o Transtorno do Processamento Auditivo. *Temas sobre Desenvolvimento*, v. 14, p. 83-88, 2005.

BORJA, A.; PONDE, M. P300: avaliação do potencial evocado cognitivo em crianças com e sem TDAH. *Revista Ciências médicas biológicas*, v. 8, n. 2, p. 198-215, 2009.

BRANDÃO, M.L. Psicofisiologia. Rio de Janeiro: Atheneu. 195 p, 1995.

BRAYNER, I. C. S. 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]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2003.

BROWN, W. S.; MARSH, J. T.; LARUE, A. Exponential electrophysiological aging: P3 latency. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, v. 55, p. 277-285, 1983.

BUCHSBAUM, M.; WENDER, P. Average evoked responses in normal and minimally brain dysfunctioned children treated with amphetamine: A preliminary report. *Archives of General Psychiatry*, v. 29, p. 764-770, 1973.

CALLAWAY, E.; HALLIDAY, R.; NAYLOR, H. Hiperactive children’s event-related potentials fail to support underarousal and maturational-lag theories. *Archives of General Psychiatry*, v. 40, p. 1243, 1983.

CARELLI, M. G.; FORMAN, H.; MANTYLA, T. Sense of time and executive functioning in children and adults. *Child Neuropsychology*, v. 14, p. 372-386, 2008.

CARMONA, S. *et al.* Response inhibition and reward anticipation in medication-naive adults with attention-deficit/hyperactivity disorder: a within-subject case-control neuroimaging study. *Human Brain Mapping*, v.33, p. 2350-2361, 2011

CAVADAS, M.; PEREIRA, L. D.; MATTOS, P. Efeito do metilfenidato no processamento auditivo em crianças e adolescentes com transtorno do déficit de atenção/hiperatividade. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, v. 65, n. 1, p. 138-143, 2007.

CEPONIENE, *et al.* Cortical auditory dysfunction in children with oral clefts: relation with cleft type. *Clinical Neurophysiology*, v. 110, n. 11, p. 1921-1926, 1999.

CHERMAK, G. D.; SOMERS, E. K.; SEIKEL, J. A. Behavioral signs of central auditory processing disorder and attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Audiology*, v. 9, p. 78-84, 1998.

COURCHESNE, E.; COURCHESNE, R. Y.; HILLYARD, S. A. The effect of stimulus deviation on P3 waves to easily recognized stimuli. *Neuropsychologia*, v. 16, p. 189-199, 1978.

COHEN, N. J. The interface between ADHD and language impairment: An examination of language, achievement, and cognitive processing. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, v. 41, n. 3, p. 353-362, 2000.

COOK, J. R. *et al.* A preliminary study of the relationship between central auditory processing and attention deficit disorder. *Journal of Psychiatry Neuroscience*, v. 18, n. 3, p. 130-137, 1993.

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. São Paulo (SP): Universidade Federal de São Paulo, 1998.

CORBETTA, M. *et al.* A PET study of visuospatial attention. *Journal Neuroscience*, v. 13, p. 1202-1226, 1993.

COSTA, M. I. D. Processamento auditivo central e compreensão leitora. *Letras Hoje*, v. 39, n. 3, p. 179-97, 2003.

CUBILLO, R. *et al.* Fronto-striatal underactivation during interference inhibition and attention allocation in grown up children with attention deficit/hyperactivity disorder and persistent symptoms. *Psychiatry Research*, v. 193, p. 17-27, 2011.

CURATOLO, P. The neurobiology of attention deficit/hyperactivity disorder. *European Journal of Paediatric Neurology*, v. 13, p. 299-304, 2009.

DIAGNOSTIC AND STATISTICAL MANUAL OF MENTAL DISORDERS: DSM-IV. 4. ed. Washington: American Psychiatric Association, 2000.

DOUGHERTY, D. *et al.* Anger in healthy men. A PET study using script-driven imagery. *Biological Psychiatry*, v. 46, n. 466-472, 1999.

DUNCAN-JOHNSON, C. C.; DONCHIN, E. On quantifying surprise: The variation of event-related potentials with subjective probability. *Psychophysiology*, v. 14, p. 456-467, 1997.

EDDINS, A. *et al.* Cognitive and sensory influence on the perception of complex auditory signals. *Journal of the Acoustical Society of America*, v. 109, n. 5, p. 2475-2479, 2001.

ELIAS, K. M. I. F. *et al.* Processamento auditivo em criança com doença cerebrovascular. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, v. 19, n. 4, p. 393-400, 2007.

FRANK, Y.; SEIDEN, J. A.; NAPOLITANO B. Event-related potentials to an "oddball" auditory paradigm in children with learning disabilities with or without attention deficit hyperactivity disorder. *Clinical Electroencepha*, v. 25, p. 136-141, 1994.

FUENTE, A.; McPHERSON, B. Auditory processing tests for Spanish-speaking adults: An initial study Pruebas de percepción auditiva para adultos hablantes del



español: un estudio inicial. *International Journal of Audiology*, v. 45, n. 11, p. 645-659, 2006.

FURBETA, T. D. C.; DE FELIPPE, A. C. Avaliação simplificada do processamento auditivo e dificuldades de leitura-escrita. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, v. 17, n. 1, p. 11-8, 2005.

GEERAERTS. *et al.* Non-invasive assessment of intracranial pressure using ocular sonography in neurocritical care patients. *Intensive Care Medicine*, v. 34, p. 2062-2067, 2008.

GONZALEZ-GARRIDO, A. A. *et al.* Time reproduction disturbances in ADHD children: an ERP study. *International Journal of Neuroscience*, v. 118, p. 119-135, 2008.

GOODIN, D. *et al.* Age-related variations in evoked potentials to auditory stimuli in normal human subjects. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, v. 44, p. 447-458, 1978.

GOMES, R.; CONDON, M. Central auditory processing ability in children with ADHD with and without learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, v. 32, p. 150-158, 1999.

GRIMM, S.; WIDMANN, A.; SCHROGER, E. Differential processing of duration changes within short and long sounds in humans. *Neuroscience Letters*, v. 356, n. 2, p. 83-86, 2004.

HALL, J. *New Handbook of auditory evoked responses*. Boston: Allyn & Bacon, 2006.

HALL, J.; MULLER, H. *Audiologists desk reference: Diagnostic audiology principles, procedures, and protocols*. Edição de Cengage Learning, 1996.

HALPERIN, J. M. *et al.* Inattentive and noninattentive ADHD children: do they constitute a unitary group? *The Journal of Abnormal Child Psychology*, v. 18, p. 437-449, 1990.

HANSEN, J. C.; HILLYARD. Temporal dynamics of human auditory selective attention. *Psychophysiology*, v. 25, p. 316-329, 1988.

HARTER, M. R. Separate brain potential characteristics in children with reading disability and attention deficit disorder: Color and letter relevance effects. *Brain and Cognition*, v. 7, p. 115-140, 1988.

HEILMAN, K. M. *et al.* Attention: Behavior and neural mechanisms. In: Mountcastle, V. B.; Plum, F. Geiger, S. R. *Hand- book of Physiology: The Nervous System*, Chapt. v. 11, p. 461- 481. Bethesda, MD: American Physiological Society, 1987.

HILLYARD, S. A. *et al.* Event-related brain potentials and selective attention to different modalities. In: Reinoso-Suarez, F., Ajmone-Marsan, C. *Cortical integration*. New York: Raven Press, 1984. p. 395-414.

HOLCOMB, P. J.; ACKERMAN, P. T.; DYKRAAN R. A. Auditory event-related potentials in attention and reading disabled boys. *International Journal of Psychophysiology*, v. 3, p. 263-273, 1996.

HOLCOMB, P. J.; ACKERMAN, P. T.; DYKMAN, R. A. Cognitive Event-Related Brain Potentials in Children with Attention and Reading Deficits. *Psychophysiology*, v. 22, n. 6, p. 656-667, 1985.

HOMER, C. J. *et al.* Clinical practice guideline: diagnosis and evaluation of the child with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Pediatrics*, v. 105, p. 1158-1170, 2000.

HUANG, J. *et al.* Temporal processing impairment in children with attention-deficit-hyperactivity disorder. *Research in Developmental Disabilities*, v. 33, n. 2, p. 538-548, 2012.

HUTTUNEN-SCOTT, T. Mismatch negativity (MMN) elicited by duration deviations in children with reading disorder, attention deficit or both. *International Journal of Psychophysiology*, v. 69, n. 1, p. 69-77, 2008.

IDIAZÁBAL, M.A. *et al.* Potenciales evocados cognitivos en el trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Revista de Neurología*, v. 34, n. 4, p. 301-305, 2002.

IDIAZÁBAL, M. A. Utilidad de los potenciales evocados cognitivos en la valoración de la efectividad del tratamiento con metilfenidato en niños con trastorno de déficit de atención con hiperactividad. *Revista de Neurología*, v. 40, p. 37-42, 2005.

IRIMAJIRI, R.; GOLOB, E. L.; STARR, A. Auditory brain-stm; middle-and long-latency evoked potentials in mild cognitive impairment. *Clinical Neurophysiology*, v. 116, p. 1918-1929, 2005.

IVRY, R.B. The representation of temporal information in perception and motor control. *Current Opinion in Neurobiology*, v. 6, p. 851-857, 1996.

JACOB, L. C. B.; ALVARENGA, K. F.; ZEIGELBOIM, B. S. Avaliação audiológica do sistema nervoso auditivo central. *Arquivos Internacionais de Otorrinolaringologia*, v. 4, n. 4, p.144-151, 2000.

JERGER, J. Clinical experience with impedance audiometry. *Archives of Otolaryngology*, v. 92, p. 311-324, 1970.

JERGER, S.; JOHNSON, K.; LOISELLE, L. Pediatric central auditory dysfunction: Comparison of children with a confirmed lesion versus suspected processing disorders. *Contemporary Issues in Clinical Audiology: Special Issue of the American Journal of Otolaryngology*, v. 9, p. 63-71, 1988.

JOHNSTONE, S. J, BARRY, R. J. Auditory event-related potentials to a two-tone discrimination paradigm in attention deficit hyperactivity disorder. *Psychiatric Research*, v. 64, p. 179-192, 1996.

JUNQUEIRA, C. A. O.; COLAFÊMINA. J. F. Investigação da estabilidade inter e intra-examinador na identificação do P300 auditivo: análise de erros. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, v. 68, n. 4, 2002.

KANE, N. M. *et al.* Electrophysiological indicator for awakening from coma. *Lancet*, v. 13, p. 341-688, 1993.

KANDEL, E. R.; SCHWARTZ, J. H.; JESSELL, T. M. *Fundamentos da neurociência e do comportamento*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995.

KNAPP, P. *et al.* *Terapia cognitivo-comportamental no Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade: Manual do terapeuta*. Porto Alegre: Artmed, 2002.

KNIGHT, R. T.; CHAO, L. L. Decreased response to novel stimuli after prefrontal lesions in man. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, v. 59, n. 1, p. 9-20, 1984.

KARAYANIDIS, F. ERP differences in visual attention processing between attention deficit hyperactivity disorder and control boys in the absence of performance differences. *Psychophysiology*, v. 37, p. 319-333, 2000.

KATZ, J.; STECKER, N. A.; HENDERSON, D. Introduction to central auditory processing. In: \_\_\_\_\_. *Central auditory processing: A Transdisciplinary view*. St. Louis: Mosby Year Book, 1992, p. 3-8.

KEMNER, M. N. C. *et al.* Event-related brain potentials in children with attention-deficit and hyperactivity disorder: effects of stimulus deviancy and task relevance in the visual and auditory modality. *Biological Psychiatry*, v. 40, p. 522-534, 1996.

KRAUS, N.; MCGEE, T.; CARRELL, T. Central auditory system plasticity associated with speech discrimination training. *Journal Cognitive Neuroscience*, v. 7, p. 25-32, 1995.

KRAUS, N.; MCGEE, T. Potenciais Evocados Auditivos de longa latência. In: KATZ, J. *Tratado de Audiologia Clínica*. 4. ed. São Paulo: Monole, 2002, p. 403-420.

KUNTSI, J.; OSTERLAAN, J.; STEVENSON, J. Psychological mechanisms in hyperactivity: I response inhibition deficit, working memory impairment, delay aversion, or something else. *Journal of Child Psychology*, v. 42, n. 2, p. 199-210, 2001.

LANG, H. *et al.* Practical issues in the clinical application of mismatch negativity. *Ear and Hearing*, v. 16, p. 118-130, 1995.

- LAZZARO I. *et al.* The modulation of late component event related potentials by pre-stimulus EEG theta activity in ADHD. *International Journal of Neuroscience*, v. 107, p. 247-264, 2001.
- LEW, H. L.; GRAY, M.; POOLE, J. H. Temporal stability of auditory event-related potentials in healthy individuals and patients with traumatic brain injury. *Journal of Clinical Neurophysiology*, v. 24, n. 5, p. 392-397, 2007.
- LIN, E.; POLICH, J. P300 habituation patterns: individual differences from ultradian rhythms. *Percept Mot Skills*, v. 88, p. 1111-1125, 1999.
- LICHT, R., HORSLEY, T.M. Mismatch Negativity as a tool in studying auditory phonological processing in reading disability. In: LICHT, R. *et al.* *Child Neuropsychology, reading Disability and more*. Delft, The Netherlands: Uitgeverij Eburon, 1998. p. 85-105.
- LLOYD, L. L.; KAPLAN, H. *Audiometric interpretation: a manual of basic audiometry*. Baltimore: University Park Press, 1978.
- LOISELLE, D. L. *et al.* Evoked potential and behavioral signs of attentive dysfunctions in hiperactive boys. *Psychophysiology*, v. 17, p. 193-220, 1980.
- LOW, A. M.; LOW, R. Valor do potencial evocado P300 na Síndrome do Déficit e Distúrbio de Atenção. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, v. 59, n. 3, 2001.
- MAKRIS, N. Cortical thinning of the attention and executive function networks in adults with attentiondeficit/hyperactivity disorder. *Cerebral Cortex*, v. 17, n. 6, p. 1364-1375, 2007.
- MANGELS, J. A.; IVRY, R. B, RAPP, B. Time perception. *The handbook of cognitive neuropsychology Psychology Press*, p. 467-493, 2001.
- MARTIN, D. A.; TREMBLAY, K. L.; STAPELLS, D. R. Principles and applications of cortical auditory Evoked Potentials. In: BURKARD, R. F.; DON, M.; EGGERMONT, J. J. *Auditory Evoked Potentials: basic principles and clinical application*. Baltimore: Lippincott Williams e Wilkins, 2007. p. 482-507.
- MATTOS, P. *et al.* Neuropsicologia do TDAH. In: ROHDE L. A., MATTOS P. *Princípios e práticas em TDAH*. Porto Alegre: Artmed, 2003. p. 63 -74.
- McPHERSON, D. L. *Late potentials of the auditory sistem*. San Diego: Singular Publishing Group, 1996. p. 147.
- McPHERSON. D. L.; BALLACHANDA, B. B.; KAF, W. Middle and long latency auditory evoked potentials. In: ROESER, R. J.; VALENTE, M.; HOSFORD-DUNN, H. *Audiology Diagnosis*. 2. ed. New York: Thieme, 2007. p. 443-477.
- MECKLINGER, A.; OPITZ, B.; FRIEDERICI, A. D. Semantic aspects of novelty detection in humans. *Neuroscience Letters*, v. 235, p. 65-68, 1997.

MESULAM, M. M.; VAN HOESEN, G. W. Acetylcholinesterase-rich projections from the basal forebrain of the rhesus monkey to neocortex. *Brain Research*, v. 109, p. 152-157, 1976.

MOLINA, V. Dorsolateral prefrontal cortex contribution to abnormalities of the P300 component of the event-related potential in schizophrenia. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, v. 140, p. 17-26, 2005.

MULLER, B. W. Modulation of mismatch negativity by stimulus deviance and modality of attention. *Neuroreport*, n. 13, p. 1317-1320, 2002.

MUNIZ, L. F. *et al.* Avaliação da habilidade de resolução temporal, com uso do tom puro, em crianças com e sem desvio fonológico. *Revista Cefac*, v. 9, n. 4, p. 550-562, 2007.

MUSIEK, F. E. *Neuroaudiology: case studies*. San Diego; Singular; 1994.

MUSIEK, F.; BARAN, J.; PINHEIRO, M.L. Duration Pattern Recognition in normal subjects and patients with cerebral and cochlear lesions. *Audiology*, v. 29, p. 304-313, 1990.

MUSIEK, F. E.; CHERMAK, G. D. Three commonly asked questions about central auditory processing disorders: assessment. *American Journal Audiology*, v. 3, p. 23-27, 1994.

MUSIEK, F. E.; LEE, W. W. Potenciais auditivos de média e longa latência. In: MUSIEK, F. E.; RINTELMANN, W. F. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva*. Barueri: Manole, 2001. cap. 8, p. 239-267.

MUSIEK, F. E.; OXHOLM, V. B. Anatomy and physiology of the central auditory nervous system: a clinical perspective. In: ROESER, R. J.; VALENTE, M.; HOSFORD-DUNN H. *Audiology: diagnosis*. New York: Thieme Medical, 2000. p. 45-72.

NAATANEN, R. (1992). *Attention and Brain Function*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

NAATANEN, R. Mismatch negativity (MMN): perspectives for application. *International Journal of Psychophysical*, v. 37, p. 3-10, 2000.

NAATANEN, R. The perception of speech sounds by the human brain as reflected by the mismatch negativity (MMN) and its magnetic equivalent (MMNm). *Psychophysiology*, v. 38, p. 1-21, 2001.

[NAATANEN, R.](#) *et al.* The mismatch negativity (MMN): towards the optimal paradigm. *Clinical Neurophysiology*, v. 115, n. 1, p. 140-144, 2004.

NAATANEN, R.; PICTON, T. W. N2 and automatic versus controlled processes. In: MCCALLUM, W. C.; ZAPPOLI, R.; DENOTH, F. *Cerebral psychophysiology: Studies in event-related potentials*. New York: Elsevier, 1986. p. 169-186.

- NEVILLE, H. J.; BAVALIER, D. Specificity and plasticity in neurocognitive development in humans. In: GAZZANIGA, M. S., editor. *The new cognitive neurosciences*. 2. ed. Cambridge, Mass; London: MIT; 2000, p. 83-98.
- OADES, R. D. *Frontal, temporal and lateralized brain function in children with attention-deficit hyperactivity disorder: a psychophysiological and neuropsychological viewpoint on development*. *Behavioural Brain Research*, v. 94, p. 83-95, 1998.
- OADES, R. D.; DITTMANN-BALCAR, A.; ZERBIN, D. Development and topography of event-related potentials (ERPs): Mismatch and processing negativity in individuals 8 – 22 years of age. *Psychophysiology*, v. 34, p. 677- 693, 1997.
- OADES, R. D. *et al.* Auditory event-related potentials (ERPs) and mismatch negativity (MMN) in healthy children and those with attention-deficit or tourette/tic symptoms. *Biological Psychology*, v. 12, p. 163-185, 1996.
- OTTEN, L. J.; ALAIN, C.; PICTON, T. W. Effects of visual attentional load on auditory processing. *Neuroreport* , v. 11, p. 875-880, 2000.
- PARDO, J. V.; RAICHLE, M. E. Localization of a human system of sustained attention by positron emission tomography. *Nature*, v. 349, p. 61-64, 1991.
- PICTON, T. W. The P300 wave of the human eventrelated potencial. *Clinical Neurophysiology*, v. 9, n. 1, p. 456-479, 1992.
- PICTON, T. W. *et al.* Guidelines for using human event-related potentials to study cognition: recording standards and publication criteria. *Psychophysiology*, v. 37, p. 127-152, 2000.
- PICTON, T. W.; HILLYARD, A. S. Human auditory evoked potentials. II: Effects of attention. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, v. 36, p. 191-199, 1974.
- PINHEIRO, M. L.; MUSIEK, F. E. Sequencing and temporal ordering in the auditory system. In: \_\_\_\_\_. *Assessment of central auditory dysfunction: foundations and clinical correlates*. Baltimore: Williams & Wilkins, 1985. p. 219-238.
- PINHEIRO, M. L.; PTACEK, P. H. Pattern Reversal in Auditory Perception. *Journal of the Acoustical Society of America*, v. 42, n. 2, p. 493-499, 1971.
- PINHEIRO, M. L. Auditory pattern reversal in auditory perception in patients with left and right hemisphere lesions. *Ohio Journal of Speech and Hearing*, v. 12, p. 9-20, 1976.
- POLICH, J. Normal variation of P300 from auditory stimuli. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, v. 65, p. 236-240, 1986.
- POLICH, J.; HOWARD, L.; STARR, A. Effects of age on the P300 component of the event-related potential from auditory stimuli: peak definition, variation, and measurement. *The Journals of Gerontology*, v. 40, n. 6, p. 721-726, 1985.

POLICH, J.; LADISH, C.; BURNS, B. Normal variation of P300 in children: Age, memory span and head size. *International Journal of Psychophysiology*, v. 9, p. 237-248, 1990.

PONTON, C. W. Maturation of human central auditory system activity: Evidence from multi-channel evoked potentials. *Clinical Neurophysiology*, v. 5, n. 3-4, p. 167-185, 2000.

PONTON, C. W. *et al.* Maturation of human central auditory system activity: separating auditory evoked potentials by dipole source modeling. *Clinical Neurophysiology*, v. 113, p. 407-420, 2002.

PUENTE, A. *et al.* Short latency and long latency auditory evoked responses in children with attention deficit disorder. *International Journal Pediatric Otorhinolaryngology*, v. 62, p. 45-51, 2002.

RICHARD, R.; BALENTINE, A.C.; LYNAM, D. R. ADHD combined type and ADHD predominantly inattentive type are distinct and unrelated disorders. *Clinical Psychology: Science and Practice*, v. 8, p. 463-488, 2001.

RICCIO, A. *et al.* mRNA distribution analysis of human TRPC family in CNS and peripheral tissues. *Molecular Brain Research*, v. 109, p. 95-104, 2002.

ROHDE L. A., *et al.* Transtorno de déficit de atenção/hiperatividade: revisando conhecimentos. *Associação Brasileira de Psiquiatria and Asociación Psiquiátrica de América Latina*, v. 20, n. 4, p. 166-178, 1998.

ROMMELSE, N. N. J. *et al.* Time reproduction in children with ADHD and their nonaffected siblings. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, v. 46, p. 582-590, 2007.

ROTH, W.T.; FORD, J. K.; KOPELL, B. S. Long latency evoked potentials and reaction time. *Psychophysiology*, v. 15, p. 17-23, 1978.

SALLINEN, M.; KAARTINEN, J.; LYYTINEN, H. Is the appearance of mismatch negativity during stage 2 sleep related to the elicitation of K-complex? *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, v. 9, p. 140-148, 1999.

SAMS, M.; ALHO, K.; NAATANEN, R. Sequential effects on de ERP in discriminating two stimuli. *Biological Psychology*, v. 17, n. 1, p. 41-58, 1983.

SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT® User's Guide. Version 9.0. Cary, NC: SAS Institute Inc., 1999.

SATTERFIELD, J. H.; BRALEY, B. W. Evoked potentials and brain maturation in hyperactive and normal children. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, v. 43, n. 1, p. 43-51, 1977.

SATTERFIELD, J. H.; SCHELL, A. M.; NICHOLAS, T. W. Preferential neural processing of attended stimuli in attention-deficit hyperactivity disorder and normal boys. *Psychophysiology*, v. 31, p. 1-10, 1994.

SATTERFIELD, J. H.; SCHELL, A. M.; BACKS, R. W. Topographic study of auditory event related potentials in normal boys and boys with attention deficit disorder with hyperactivity. *Psychophysiology*, v. 25, p. 591-606, 1988.

SCHACHAR, R. J.; TANNOCK, R.; LOGAN, G. Inhibitory control, impulsiveness, and attention deficit hyperactivity disorder. *Clinical Psychology Review*, v. 13, p. 721-739, 1993.

SCHERES *et al.* A. Temporal reward discounting in attention-deficit/hyperactivity disorder: the contribution of symptom domains, reward magnitude, and session length. *Biological Psychiatry*, v. 67, p. 641-648, 2010.

SCHOCHAT, E. *et al.* Central auditory evaluation in multiple sclerosis: case report. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, v. 64, n. 3, p. 872-876, 2006.

SCHOCHAT, E. Avaliação eletrofisiológica da audição. In: FERREIRA, L. P.; BEFYLOPES, D. M.; LIMONGI, S. C. O. *Tratado de fonoaudiologia*. São Paulo: Roca, 2004. p. 656-668.

SCHOCHAT, E.; RABELO, C. M.; SANFINS, M. D. Processamento auditivo central: testes tonais de padrão de frequência e de duração em indivíduos normais de 7 a 16 anos de idade. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, v. 12, n. 2, p. 1-7, 2000.

SCHOCHAT, E. *et al.* Processamento auditivo: comparação entre potenciais evocados auditivos de média latência e testes de padrões temporais. *Revista CEFAC*, v. 11, n. 2, p. 314-322, 2009.

SCHOCHAT, E.; SCHEUER, C.I.; ANDRADE, E. R. Attention deficit hyperactivity disorder. In: LARIMER, M. *Attention deficit hyperactivity disorder – Research Developments*. Nova York: Nova Science Publishers, 2005. p. 31-54.

SEIDMAN, L. J. *et al.* Dorsolateral prefrontal and anterior cingulate cortex volumetric abnormalities in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder identified by magnetic resonance imaging. *Biological Psychiatry*, v. 15, p. 1071-1080, 2006.

SENDEREKA, M. *et al.* Event-related potentials in children with attention deficit hyperactivity disorder: An investigation using an auditory oddball task. *International Journal of Psychophysiology*, v. 85, p. 106-115, 2012.

SHALLICE, T. *et al.* Executive function profile of children with attention deficit hyperactivity disorder. *Developmental Neuropsychology*, v. 21, p. 43-71, 2002.

SHAW, P. *et al.* Attention-deficit/hyperactivity disorder is characterized by a delay in cortical maturation. *PNAS*, v. 104, p. 19.649-19.654, 2007.

SHINN, J. B. Temporal processing: the basics. *Hearing Journal*, v. 56, n. 7, 2007.



SIMON, L. F., ROSSI, A. G. Triagem do processamento auditivo em escolares de 8 a 10 anos. *Psicol Esc Educ*, v. 10, n. 2, p. 293-304, 2006.

SNYDER, E.; HILLYARD, S. A. Long-latency evoked potentials to irrelevant deviant stimuli. *Behavioral Biology*, v. 16, p. 319-331, 1976.

SONUGA-BARKE, E.; BITSAKOU, P.; THOMPSON, M. Beyond the dual pathway model: evidence for the dissociation of timing, inhibitory, and delay-related impairments in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, v. 49, p. 345-355, 2010.

SOWELL, E. R. *et al.* Cortical abnormalities in children and adolescents with attention-deficit hyperactivity disorder. *The Lancet*, v. 362, p. 1699-1707, 2003.

SUTTON, S.; BRAREN, M.; ZUBIN, J. Evoked-Potential correlates of stimulus uncertainty. *Science*, v.150, p. 1187-1188, 1965.

TABAQUIM, M. L. M. *Validação do Exame Neuropsicológico e análise das funções corticais superiores em crianças do ensino fundamental*. 2008. Tese de Pós-Doutorado. Faculdade de Ciências Médicas. Unicamp, Campinas. 2008.

TOPLAK, M. E.; JAIN, A.; TANNOCK, R. Executive and motivational processes in adolescents with attention-deficit-hyperactivity disorder (ADHD). *Behavioral and Brain Functions*, v. 1, p. 8, 2005.

TOPLAK, M. E.; DOCKSTADER, C.; TANNOCK, R. Temporal information processing in ADHD: findings to date and new methods. *Journal of Neuroscience Methods*, v. 151, p. 15-29, 2006.

TREMBLAY, K. L.; BURKARD, R. Aging and auditory evoked potentials. In: BURKARD, R.; DON, M.; EGGERMONT, J. (Ed). *Auditory Evoked Potentials: Scientific Bases to Clinical Application*. Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins, 2007.

TSAI, M. L.; HUNG, K. L.; LU, H. Auditory Event-related Potentials in Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Pediatrics Neonatology*, v. 53, n. 2, p. 118-124, 2012.

VANCE, A. *et al.* Right parietal dysfunction in children with attention deficit hyperactivity disorder, combined type: a functional MRI study. *Mol Psychiatry*, v. 12, p. 826-832, 2007.

VAN ZUIJEN, T. L. *et al.* Auditory organization of sound sequences by a temporal or numerical regularity: A mismatch negativity study comparing musicians and non-musicians. *Cognitive Brain Research*, v. 23, p. 270-276, 2005.

VAN DER MEERE, J.; BOUDEWIJN, G.; STEMERDINK, N. Changing a response set in normal development and in ADHD children with and without. *Journal of Abnormal Child Psychology*, v. 24, n. 6, p. 1573-2835, 1996.

VOELLER, K. K; HEILMAN, K. M. *Attention deficit disorder in children: a neglect syndrome* Neurology, 1988. p. 806-808.

ZAMETKIN, A. J. Brain Metabolism in Teenagers with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder. *Archives of General Psychiatry*, v. 50, n. 5, p. 333-340, 1993.

WALHOVD, K. B.; FJELL, A. M. One-year test-retest reliability of auditory ERPs in young and old adults. *International Journal of Psychophysiology*, v. 46, n. 1, p. 29-40, 2002.

WECHSLER, D. *WISC-III: Escala de Inteligência para Crianças: Manual*, 3. ed. Adaptação e padronização brasileira de Vera Lúcia Marques de Figueiredo. São Paulo, Casa do Psicólogo, 2002.

WINSBERG, B. G. *et al.* Mismatch negativity in hyperactive children: effects of methylphenidate. *Psychopharmacology Bulletin*, v. 29, p. 229-233, 1993.

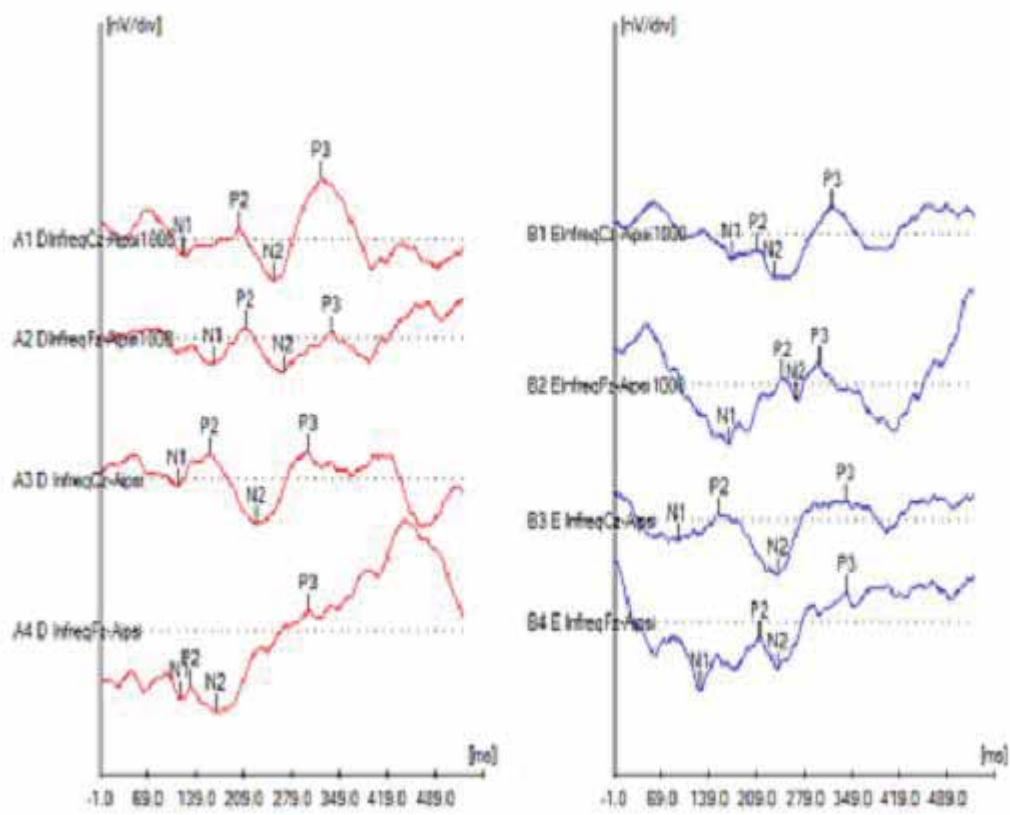
WIRSEN, A. *et al.* Quantified EEG and cortical evoked responses in patients with chronic traumatic frontal lesions. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, v. 84, p. 127-138, 1992.

YANG, B. *et al.* Time perception deficit in children with ADHD. *Brain Research*, v. 117, p. 90-96, 2007.

**Apêndice**

---

## Apêndice A





## Anexo A



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de Marília

**Parecer do Projeto nº. 0095/2011**

IDENTIFICAÇÃO
1. Título do Projeto: Potencial Evocado Auditivo de longa latência (P300) em crianças com e sem Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH)
2. PESQUISADOR RESPONSÁVEL:
Autor(a): Ana Carla Leite Romero
Coorientador(a): Simone aparecida Capellini
Orientador(a): Ana Cláudia Figueiredo Frizzo
3. Instituição do Pesquisador: Faculdade de Filosofia e Ciências – UNESP/Marília
4. Apresentação ao CEP: 02/05/2011
5. Apresentar relatório em: Semestralmente durante a realização da pesquisa.

Objetivos
- Caracterizar a atividade neuroelétrica na via auditiva central, a latência e amplitude das ondas produzidas no P300 de crianças com desempenho escolar dentro dos padrões de normalidade e crianças com diagnóstico de TDAH; - Comparar a atividade neuroelétrica na via auditiva, a latência e amplitude das ondas produzidas no P300 de crianças com desempenho escolar dentro dos padrões de normalidade e crianças com diagnóstico de TDAH.

SUMÁRIO DO PROJETO
Esse estudo tem como objetivos caracterizar o Potencial Evocado Auditivo de longa latência (P300) em crianças com e sem Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade; assim como comparar o Potencial Evocado Auditivo de longa latência (P300) de acordo com sua latência e amplitude em crianças com e sem Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade. Participarão 40 crianças, sendo 20 crianças de escola de Marília que apresentem desempenho satisfatório em português e matemática por pelo menos dois bimestres consecutivos e 20 crianças com diagnóstico de TDAH, de ambos os gêneros, na faixa etária de 8 a 10 anos e 11 meses de idade. Como procedimento será aplicado o P300, caracterizado e comparados os valores de amplitude e latência das ondas produzidas. Espera-se com esse estudo obter um perfil do P300 em crianças sem e com diagnóstico de TDAH, possibilitando a realização da avaliação funcional nestes pacientes, e contribuindo para futuras discussões sobre a ocorrência de distúrbios da atividade neuroelétrica na via auditiva central das populações infantis, uma vez que esses potenciais refletem a atividade cortical envolvida em habilidades de discriminação, integração, atenção, percepção, memória e cognição; habilidades que devem ser investigadas nas crianças com TDAH. Além de auxiliar no diagnóstico e prognóstico dessa população.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de Marília

#### COMENTÁRIO DO RELATOR

O presente projeto encontra-se instruído em concordância à Resolução CNS 196/96 e em condições de exequibilidade.


#### PARECER FINAL

O CEP da FFC da UNESP após acatar o parecer do membro relator previamente aprovado para o presente estudo e atendendo a todos os dispositivos das resoluções 196/96 e complementares, bem como ter aprovado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido como também todos os anexos incluídos na pesquisa resolve aprovar o projeto de pesquisa supracitado.

#### INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

#### DATA DA REUNIÃO

Homologado na reunião do CEP da FFC da Unesp em 08/06/2011.

  
Simone Aparecida Capellini  
Presidente do CEP

  
Mariângela Spotti Lopes Fujita  
Diretora da FFC