MARIANA BUNCANA SIMÕES

**Potencial evocado auditivo de estado estável em
crianças com dislexia e com transtorno de
processamento auditivo (central)**

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

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:
Comunicação Humana

ORIENTADORA:
Profa. Dra. Eliane Schochat

**São Paulo
2009**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Simões, Mariana Buncana

Potencial evocado auditivo de estado estável em crianças com dislexia e com transtorno de processamento auditivo (central) / Mariana Buncana Simões. -- São Paulo, 2009.

**Dissertação (mestrado)--Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo.**

Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional.

Área de concentração: Comunicação Humana.

Orientadora: Eliane Schochat.

Descritores: 1.Potenciais evocados auditivos 2.Percepção auditiva 3.Dislexia
4.Criança

USP/FM/SBD-338/09

Aos meus pais, **Gilmar e Ana**,
por todo o apoio e amor com
que sempre me incentivaram.
Vocês são parte fundamental desta conquista.

À minha irmã, **Gabriela**,
pelo companheirismo e amizade
ao longo de nossas vidas.

Aos meus avós, **Fahd, Neide e Olívia** (*in memoriam*),
pelo amor e carinho sempre presentes.

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. **Eliane Schochat**, a quem muito admiro, por acreditar em mim, por todas as palavras de incentivo e ensinamentos transmitidos.

Às Profas. Dras. **Carla G. Matas, Renata M. M. Carvalho, Ivone F. Neves e Alessandra G. Samelli**, por participarem da minha banca de qualificação e pelos preciosos comentários que enriqueceram este trabalho.

Às amigas e fonoaudiólogas do Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Processamento Auditivo do Curso de Fonoaudiologia da FMUSP, **Ivone F. Neves, Camila Rabelo, Cristina Murphy, Tatiane Zalcman, Renata Alonso, Juliana Casseb, Caroline Rocha e Renata Filippini** por todo o apoio durante esta etapa.

Às grandes amigas **Juliana, Renata e Anna** pela amizade incondicional e pelo carinho sempre presentes.

Ao **Ricardo**, por todo o companheirismo, amor, paciência e apoio em todos os momentos.

À amiga e fonoaudióloga **Kátia Ap. Lourenço**, pela ajuda no encaminhamento de pacientes para a realização desta pesquisa.

À Profa. **Carmen Diva Saldiva de André**, pela análise estatística deste estudo.

À **Formas Consultoria**, pela correção ortográfica da Língua Portuguesa à qual esse estudo foi submetido.

À fonoaudióloga **Daniela Galea** pela tradução para a Língua Inglesa.

À **Cristina**, da secretaria, por sua paciência e apoio.

À secretária de pós-graduação, **Beatriz**, por toda ajuda durante este trabalho.

Aos Drs. **Sérgio de Paula Santos, Luiz Augusto de Lima e Silva e Rodrigo de Paula Santos**, por contribuírem para o meu crescimento profissional.

À fonoaudióloga **Viviane Camusso**, por acreditar e confiar no meu potencial.

Às fonoaudiólogas da Clínica Paula Santos, **Mônica e Patrícia**, pelo companheirismo e pelo exemplo de profissionalismo.

Às funcionárias da Clínica Paula Santos, **Martina e Dita**, por todo apoio nos momentos em que necessitei.

Às fonoaudiólogas da Dedic-Mobitel, **Renata, Renata Santos e Juliana**, por toda a amizade e paciência.

À fonoaudióloga **Maria de Lourdes** do Hospital São Cristóvão, que fez crescer em mim a paixão pela Fonoaudiologia.

Aos **voluntários** e suas **famílias**, pela presença sem a qual este estudo não seria possível.

O importante é não parar de questionar.

Albert Einstein

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

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

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação.

Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 2a ed. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2005.

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

Abreviaturas dos títulos dos periódicos nacionais e latino-americanos de acordo com o Portal de Revistas Científicas em Ciências da Saúde da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS).

Texto elaborado segundo as regras do Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa, vigente desde 01 de janeiro de 2009.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE TABELAS

RESUMO

SUMMARY

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	7
3	REVISÃO DA LITERATURA	9
3.1	POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE ESTADO ESTÁVEL (PEAEE)...	10
3.2	DISLEXIA E PROCESSAMENTO AUDITIVO (CENTRAL).....	23
4	MÉTODOS	34
4.1	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO.....	36
4.2	MATERIAL.....	38
4.3	PROCEDIMENTO.....	40
4.3.1	TESTE DE FALA COM RUÍDO.....	42
4.3.2	TESTE DICÓTICO DE DÍGITOS.....	42
4.3.3	TESTE DE PADRÃO DE FREQUÊNCIA.....	43
4.3.4	POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE ESTADO ESTÁVEL (PEAEE).....	44
4.4	MÉTODO ESTATÍSTICO.....	46
5	RESULTADOS	47
5.1	CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS.....	48
5.1.1	ANÁLISE DO <i>PHASE LOCKED</i> POR MEIO DO LIMAR ELETROFISIOLÓGICO.....	52
5.1.2	ANÁLISE DA PRESENÇA DE RESPOSTA.....	62
6	DISCUSSÃO	68
6.1	AMOSTRA.....	69

6.2	AVALIAÇÃO DO PROCESSAMENTO AUDITIVO (CENTRAL).....	71
6.3	ANÁLISE DO POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE ESTADO ESTÁVEL.....	74
7	CONCLUSÕES	86
8	ANEXOS	89
	ANEXO A PROTOCOLO DE APROVAÇÃO PELA CAPPESQ.....	90
	ANEXO B TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	91
	ANEXO C ANAMNESE.....	93
	ANEXO D PROTOCOLO DE REGISTRO DO TESTE FALA COM RUÍDO.....	94
	ANEXO E PROTOCOLO DE REGISTRO DO TESTE DICÓTICO DE DÍGITOS.....	95
	ANEXO F PROTOCOLO DE REGISTRO DO TESTE PADRÃO DE FREQUÊNCIA.....	96
	ANEXO G TABELAS.....	97
	REFERÊNCIAS	112

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

A1	mastoide esquerda
A2	mastoide direita
ABD	Associação Brasileira de Dislexia
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
CAPPesq	Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa
CD	<i>Compact Disc</i>
dB	decibel
DSM – IV	<i>Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders – Fourth Edition</i>
EEG	Eletroencefalograma
ERPs	<i>Event-Related Potentials</i>
et al.	e outros
fMRI	<i>functional Magnetic Resonance Imaging</i>
FMUSP	Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
GC	Grupo Controle
GE	Grupo Estudo
Hz	hertz
IEC	<i>International Eletrotechnical Commission</i>
IPRF	Índice Perceptual de Reconhecimento de Fala
LRF	Limiar de Recepção de Fala
MRI	<i>Magnetic Resonance Imaging</i>
ms	milissegundos
NA	Nível de Audição

NANI	Núcleo de Atendimento Neuropsicológico Infantil Interdisciplinar da UNIFESP
NS	Nível de Sensação
PEA	Potencial Evocado Auditivo
PEAEE	Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável
PEAML	Potencial Evocado Auditivo de Média Latência
PEATE	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico
PET	Tomografia por Emissão de Pósitrons
SNAC	Sistema Nervoso Auditivo Central
SPECT	<i>Single photon emission computed tomography</i> (Tomografia computadorizada por emissão de fóton único)
SSW	<i>Staggered Spondaic Word</i>
TPA(C)	Transtorno de Processamento Auditivo (Central)
UNIFESP	Universidade Federal de São Paulo

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 –	Porcentagens de ocorrência das categorias de ‘resultado’ no teste Fala com Ruído nos grupos Dislexia e TPA(C).....	50
GRÁFICO 2 –	Porcentagens de ocorrência das categorias de ‘resultado’ no teste Dicótico de Dígitos nos grupos Dislexia e TPA(C).	51
GRÁFICO 3 –	Porcentagens de ocorrência das categorias de ‘resultado’ no teste Padrão de Frequência nos grupos Dislexia e TPA(C).....	51
GRÁFICO 4 –	<i>Box-plots</i> para o Limiar (dB) na Audiometria, PEAAE limiar e PEAAE corrigido nos grupos Controle, TPA(C) e Dislexia, orelhas direita e esquerda na frequência de 1 kHz	53
GRÁFICO 5 –	<i>Box-plots</i> para o Limiar (dB) na Audiometria, PEAAE limiar e PEAAE corrigido nos grupos Controle, TPA(C) e Dislexia, orelhas direita e esquerda na frequência de 2 kHz	54
GRÁFICO 6 –	<i>Box-plots</i> para o Limiar (dB) na Audiometria, PEAAE limiar e PEAAE corrigido nos grupos Controle, TPA(C) e Dislexia, orelhas direita e esquerda na frequência de 4 kHz	54
GRÁFICO 7 –	Médias dos limiares em cada combinação de Orelha e Teste - 1 kHz	56
GRÁFICO 8 –	Médias dos limiares em cada combinação de Grupo e Teste - 1 kHz	56
GRÁFICO 9 –	Médias dos limiares em cada combinação de Grupo e Teste - 2 kHz	58
GRÁFICO 10 –	Médias dos limiares em cada combinação de Grupo e Orelha - 2 kHz	59
GRÁFICO 11 –	Médias dos limiares em cada combinação de Teste e Orelha - 2 kHz	59
GRÁFICO 12 –	Médias dos limiares em cada combinação de Grupo e Teste - 4 kHz	61
GRÁFICO 13 –	Porcentagens de presença e ausência de resposta por Grupo, Teste e Orelha na frequência de 1 kHz	63
GRÁFICO 14 –	Porcentagens de presença e ausência de resposta por Grupo, Teste e Orelha na frequência de 2 kHz	64
GRÁFICO 15 –	Porcentagens de presença e ausência de resposta por Grupo, Teste e Orelha na frequência de 4 kHz	64

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 –	Distribuição dos sujeitos em relação ao sexo e à idade no Grupo Controle (N=20).....	49
QUADRO 2 –	Distribuição dos sujeitos em relação ao sexo e à idade no Grupo Dislexia (N=20).....	49
QUADRO 3 –	Distribuição dos sujeitos em relação ao sexo e à idade no Grupo TPA(C) (N=20).....	49

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 –	P-valores obtidos nas comparações entre as porcentagens de presença nos três grupos em cada combinação de Orelha e Teste na frequência de 1 kHz	65
TABELA 2 –	P-valores obtidos nas comparações entre as porcentagens de presença nos três grupos em cada combinação de Orelha e Teste na frequência de 2 kHz	66
TABELA 3 –	P-valores obtidos nas comparações entre as porcentagens de presença nos três grupos em cada combinação de Orelha e Teste na frequência de 4 kHz	66
TABELA 4 –	Distribuições de frequências e porcentagens do resultado no teste Fala com ruído nos grupos Dislexia e TPA(C).....	97
TABELA 5 –	Distribuições de frequências e porcentagens do resultado no teste Dicótico de Dígitos nos grupos Dislexia e TPA(C).	97
TABELA 6 –	Distribuições de frequências e porcentagens do resultado no teste Padrão de Frequência nos grupos Dislexia e TPA(C).....	98
TABELA 7 –	Estatísticas descritivas para o Limiar (dB) na Audiometria, PEAAE Limiar e PEAAE Corrigido nos grupos Controle, TPA(C) e Dislexia, orelhas Direita e Esquerda na frequência de 1 kHz	99
TABELA 8 –	Estatísticas descritivas para o Limiar (dB) na Audiometria, PEAAE Limiar e PEAAE Corrigido nos grupos Controle, TPA(C) e Dislexia, orelhas Direita e Esquerda na frequência de 2 kHz	100
TABELA 9 –	Estatísticas descritivas para o Limiar (dB) na Audiometria, PEAAE Limiar e PEAAE Corrigido nos grupos Controle, TPA(C) e Dislexia, orelhas Direita e Esquerda na frequência de 4 kHz	101
TABELA 10 –	Estatísticas descritivas para o Limiar (dB) na Audiometria, PEAAE Limiar e PEAAE Corrigido nos grupos Controle, TPA(C) e Dislexia, orelhas Direita e Esquerda na frequência de 1 kHz (com a exclusão das respostas ausentes).....	102
TABELA 11 –	Estatísticas descritivas para o Limiar (dB) na Audiometria, PEAAE Limiar e PEAAE Corrigido nos grupos Controle, TPA(C) e Dislexia, orelhas Direita e Esquerda na frequência de 2 kHz (com a exclusão das respostas ausentes).....	103

TABELA 12 –	Estatísticas descritivas para o Limiar (dB) na Audiometria, PEAAE Limiar e PEAAE Corrigido nos grupos Controle, TPA(C) e Dislexia, orelhas Direita e Esquerda na frequência de 4 kHz (com a exclusão das respostas ausentes).....	104
TABELA 13 –	P-valores obtidos na comparação das médias dos limiares nas duas orelhas em cada teste e na comparação do testes em cada orelha - 1 kHz	105
TABELA 14 –	P-valores obtidos na comparação das médias dos limiares nos três grupos em cada teste e na comparação do testes em cada grupo - 1 kHz	105
TABELA 15 –	P-valores obtidos na comparação das médias dos limiares nas duas orelhas em cada teste e na comparação do testes em cada orelha - 2 kHz	106
TABELA 16 –	P-valores obtidos na comparação das médias dos limiares nos três grupos em cada teste e na comparação do testes em cada grupo - 2 kHz	106
TABELA 17 –	P-valores obtidos na comparação das médias dos limiares nas duas orelhas em cada grupo e na comparação dos grupos em cada orelha - 2 kHz	107
TABELA 18 –	P-valores obtidos na comparação das médias dos limiares nos três grupos em cada teste e na comparação do testes em cada grupo - 4 kHz	107
TABELA 19 –	Porcentagens de presença de resposta por Teste, Grupo e Orelha na frequência de 1 kHz	108
TABELA 20 –	Porcentagens de presença de resposta por Teste, Grupo e Orelha na frequência de 2 kHz	108
TABELA 21 –	Porcentagens de presença de resposta por Teste, Grupo e Orelha na frequência de 4 kHz	109
TABELA 22 –	P-valores obtidos nas comparações entre as porcentagens de presença nas duas orelhas em cada combinação de teste e grupo na frequência de 1 kHz	109
TABELA 23 –	P-valores obtidos nas comparações entre as porcentagens de presença nas duas orelhas em cada combinação de teste e grupo na frequência de 2 kHz	110
TABELA 24 –	P-valores obtidos nas comparações entre as porcentagens de presença nas duas orelhas em cada combinação de teste e grupo na frequência de 4 kHz	110
TABELA 25 –	P-valores obtidos nas comparações entre as porcentagens de presença nos dois testes em cada combinação de orelha e grupo na frequência de 1 kHz	111

TABELA 26 –	P-valores obtidos nas comparações entre as porcentagens de presença nos dois testes em cada combinação de orelha e grupo na frequência de 2 kHz	111
TABELA 27 –	P-valores obtidos nas comparações entre as porcentagens de presença nos dois testes em cada combinação de orelha e grupo na frequência de 4 kHz	111

RESUMO

Simões MB. *Potencial evocado auditivo de estado estável em crianças com dislexia e com transtorno de processamento auditivo (central)* [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2009. 140p.

INTRODUÇÃO: O Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável (PEAEE) é um teste eletrofisiológico que avalia, entre outros fatores, o *phase locked*. Para se chegar a uma resposta mais próxima da função auditiva e não do limiar comportamental do sujeito, a pesquisa do PEAEE pode ser realizada utilizando a frequência de modulação de 46 Hz. Outra forma de avaliar a função auditiva central é por meio da avaliação comportamental do processamento auditivo (central). Um indivíduo que é portador do Transtorno do Processamento Auditivo (Central) (TPA(C)) apresenta dificuldade em lidar com as informações que chegam pela audição, podendo manifestar prejuízos quanto à fala, leitura, escrita e linguagem, além de apresentar dificuldades de aprendizagem como um todo. Dificuldade nas habilidades de leitura e escrita também aparece em outras alterações, tais como a dislexia. Nesse sentido, nesta pesquisa foi realizado o estudo dos processos da audição (tanto de maneira comportamental quanto eletrofisiológica) em dois grupos de sujeitos, sendo um com dislexia e TPA(C) e um com TPA(C), comparados a um grupo com desenvolvimento típico. **OBJETIVOS:** O objetivo geral deste estudo foi analisar e comparar as respostas obtidas pelo PEAEE em crianças com TPA(C) com e sem dislexia, comparando-as a um grupo Controle. **MÉTODOS:** Participaram do estudo 20 indivíduos com desenvolvimento típico (Grupo Controle), 20 indivíduos com Transtorno de Processamento Auditivo (Grupo TPA(C)) e 20 indivíduos com dislexia (Grupo Dislexia) com idades entre 7 e 12 anos. Todos os indivíduos foram submetidos à avaliação do processamento auditivo (central) e à gravação do PEAEE. **RESULTADOS:** Na avaliação do processamento auditivo (central) foram encontrados resultados piores nos testes de Fala com Ruído e Dicótico de Dígitos no grupo TPA(C) do que no grupo Dislexia. No PEAEE, as menores médias foram observadas no grupo Controle e as médias nos grupos Dislexia e TPA(C) foram próximas. **CONCLUSÕES:** Crianças com TPA(C) e dislexia apresentaram limiares, obtidos por meio do PEAEE, maiores do que os obtidos em crianças do grupo Controle.

DESCRITORES: Potenciais evocados auditivos; Percepção auditiva; Dislexia; Criança

SUMMARY

Simões MB. *Auditory steady state response in children with dyslexia and with (central) auditory processing disorders* [dissertation]. São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo"; 2009. 140p.

INTRODUCTION: Auditory Steady State Response (ASSR) is an electrophysiological test that evaluates, within other factors, the phase locked. To have a response as close as the auditory function and not to the behavioral threshold of the individual, the study of the ASSR may be done using the 46Hz frequency modulation. Another way to evaluate the central auditory function is through a behavioral evaluation of the (Central) Auditory Processing. Subject who has (Central) Auditory Processing Disorders ((C)APD) presents difficulty to manipulate the information heard, possibly manifesting speech, reading, writing and language damages, and presents difficulty in the learning process as a whole. Difficulties in reading and writing abilities can also be manifested in other disorders as Dyslexia. In this research it was studied the processes of hearing (not only in a behavioral but also in a electrophysiological manner) in two groups of subjects: one with Dyslexia and (C)APD and another with (C)APD, and both were compared to a normal group. **AIM:** The main purpose of this study was to compare the response obtained by the ASSR in children with (C)APD with and without Dyslexia, comparing them to a control group. **METHODS:** Participated in this study 20 individuals with typical development (Control Group), 20 individuals with (Central) Auditory Processing Disorders ((C)APD Group) and 20 individuals with Dyslexia (Dyslexic Group) with age ranging from 7 to 12 years. All participants were submitted to the evaluation of the (C)AP and to ASSR. **RESULTS:** The evaluation of the (C)AP showed worse results in the speech in noise and dichotic digits tests in the (C)APD group compared to the Dyslexic group. For the ASSR, the lower means were observed in the control Group and the means of the Dyslexic and (C)APD groups were similar. **CONCLUSION:** Children with (C)APD and Dyslexia presented higher thresholds obtained by the ASSR compared to the control group.

DESCRIPTORS: Evoked potentials, auditory; Auditory perception; Dyslexia; Child

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

O Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável (PEAEE) é um teste eletrofisiológico que avalia, entre outros fatores, o *phase locked*, o qual pode ser explicado como uma relação fixa entre aspectos da resposta do nervo auditivo e a fase ou tempo do estímulo, além de ser um processo temporal. É composto por uma série de respostas eletrofisiológicas a tons contínuos, modulados em amplitude, que podem ser registradas por eletrodos de superfície e permitem uma avaliação mais detalhada e objetiva do sistema auditivo, devido à seletividade de frequências e objetividade na análise das respostas (Lins et al., 1996; Ferraz et al., 2002). Além de ser um excelente método para estimar os limiares auditivos, este potencial evocado contempla também o interesse na possibilidade do neurodiagnóstico para avaliação do Sistema Nervoso Central (SNC).

Muitas pesquisas (Aoyagi et al., 1994; Rickards et al., 1994; Lins, et al., 1995; Valdés et al., 1997) utilizaram o PEAEE para a obtenção de um perfil audiométrico abrangente, explorando cada frequência, sem um aumento significativo no tempo de avaliação. O PEAEE apresenta propriedades que permitem uma avaliação mais detalhada e objetiva da audição e torna possível a configuração de um “audiograma eletrofisiológico”. A facilidade de registro e a objetividade na identificação das respostas do PEAEE, por meio da utilização de procedimentos estatísticos padronizados, são aspectos igualmente importantes dessa técnica (Lins et al., 1996). Entretanto, existem

poucos estudos correlacionando os resultados encontrados na pesquisa do PEAAE em pacientes com lesão no sistema auditivo central (Shinn, 2005; Rabelo, 2008) e o Transtorno do Processamento Auditivo (Central) (TPA(C)) (Rabelo, 2008), e ainda não há pesquisas vinculando este potencial à dislexia.

Para se chegar a uma resposta mais próxima da função auditiva, e não do limiar comportamental do sujeito, a pesquisa do PEAAE pode ser realizada utilizando a frequência de modulação de 46 Hz. Essa frequência de modulação é mais próxima do Potencial Evocado Auditivo de Média Latência (PEAML), que reflete áreas primárias e não primárias, como, por exemplo, a formação reticular e divisões multissensoriais do tálamo; com uma maior contribuição das vias tálamo-corticais e com menor colaboração do colículo inferior (mesencéfalo) e córtex auditivo (Budinger e Scheich, 2000).

A utilidade desse método diagnóstico tem sido cada vez mais valorizada pelos audiologistas. No entanto, sua aplicação clínica requer a realização de uma quantidade mais expressiva de estudos para um conhecimento mais profundo desse método, sobretudo quanto a normatizações, critérios de identificação dos limiares e interferências de variáveis como idade, sexo e comorbidades.

O processamento auditivo (central) consiste em mecanismos e processos do sistema auditivo que são responsáveis por diversos fenômenos comportamentais, incluindo fala e linguagem, os quais têm correspondência neurofisiológica, assim como funcional (ASHA, 2005).

Habilidades como detecção, discriminação, localização, figura-fundo e reconhecimento de sons fazem parte desse processo.

De acordo com Chermak e Musiek (2002), quando ocorre um déficit em um ou mais processos auditivos centrais, pode-se distinguir o transtorno do processamento auditivo (central). O TPA(C) é caracterizado por uma ou mais alterações nas habilidades de localização e lateralização sonora, discriminação e reconhecimento auditivo; aspectos temporais, resolução, mascaramento, integração e ordenação temporal.

Esses transtornos podem ter como causa alterações no sistema nervoso auditivo de caráter tanto lesional quanto funcional. Compreender o funcionamento do sistema nervoso auditivo é importante para o conhecimento de como o cérebro integra e discrimina os estímulos mais complexos vindos do meio, inclusive os sons da fala (Leite et al., 2005). O processamento da informação sensorial auditiva depende da integridade orgânica e funcional de todo o sistema auditivo, desde sua porção periférica (orelha externa, orelha média, orelha interna e VIII par craniano) até sua porção central, que inclui tronco encefálico, regiões subcorticais e corticais.

Um indivíduo portador do TPA(C) apresenta dificuldade em lidar com as informações que chegam pela audição, podendo manifestar prejuízos relacionados à fala, leitura, escrita, linguagem e comportamento social, e apresentar dificuldades de aprendizagem como um todo.

A dificuldade de aprendizagem para as habilidades de leitura e escrita também aparece em outras alterações. A Organização Mundial de Saúde (World Health Organization), em 1993, classificou a dislexia como um

transtorno manifestado por dificuldades específicas em aprender a ler, e não atribuídas a qualquer outro tipo de déficit relacionado à inteligência, motivação, oportunidades de aprendizagem ou acuidades sensoriais. Essa condição pode ser decorrente do desenvolvimento ou adquirida. De acordo com o DSM IV, a dislexia é um transtorno de leitura que pode também coexistir com dificuldades na linguagem oral, cálculo, atenção, memória e integração perceptivo-motora. O desempenho em leitura, em indivíduos portadores de dislexia, decai substancialmente abaixo do esperado, apesar de apresentarem inteligência e educação apropriadas à idade (APA, 2002).

A dislexia não é o resultado de má alfabetização, desatenção, desmotivação, condição socioeconômica ou de baixa inteligência. Seu diagnóstico requer avaliação multidisciplinar, por esta possibilitar condições de um acompanhamento mais efetivo das dificuldades após o diagnóstico, direcionando-o às particularidades de cada indivíduo e levando a resultados mais concretos.

Alguns autores relacionam as causas da dislexia a fatores neurobiológicos e genéticos (Gorman, 2003; Pennington, 1997). Segundo esses estudos, os disléxicos processam informações em uma área diferente de seu cérebro; o que parece resultar de falhas nas conexões cerebrais (Schirmer et al., 2004).

Há consideráveis evidências indicando uma relação entre os distúrbios de aprendizagem, como a dislexia, e o fraco desempenho em vários testes auditivos centrais (Welsh et al., 1982). Os indivíduos com dislexia apresentam dificuldades de percepção dos sons e de sensibilidade à curva

melódica das palavras (graves e agudos, sequências, durações, intervalos, etc). Esse prejuízo, verificado pela avaliação do processamento auditivo (central), dificulta a interpretação dos sons, o que pode ocasionar dificuldades de aprendizagem.

Assim, justifica-se o estudo dos processos da audição (tanto de maneira comportamental quanto eletrofisiológica) em três grupos de pacientes, sendo um grupo com desenvolvimento típico (nomeado Grupo Controle), um com dislexia e TPA(C) (nomeado Grupo Dislexia) e um com TPA(C) (nomeado Grupo TPA(C)), com o objetivo de avaliar e comparar os resultados da avaliação eletrofisiológica (PEAEE) e, dessa forma, melhorar e precisar o diagnóstico audiológico nessas alterações (dislexia e TPA(C)). Espera-se encontrar resultados piores nas avaliações dos indivíduos com TPA(C) e com dislexia, uma vez que esses transtornos são característicos de uma dificuldade na sincronia neural. Além disso, essa avaliação pode vir a ser um auxílio no diagnóstico diferencial desses transtornos.

OBJETIVOS

2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste estudo foi analisar e comparar as respostas obtidas pelo PEAAE em crianças com TPA(C) com e sem dislexia, comparando-as a um grupo controle.

Os objetivos específicos foram:

- Comparar o processamento auditivo (central) nos grupos Dislexia e TPA(C), por meio dos testes Fala com Ruído, Dicótico de Dígitos e Padrão de Frequência;
- Comparar a função auditiva central por meio do PEAAE nos grupos Dislexia e TPA(C), comparando-os a um grupo Controle; e
- Comparar as respostas obtidas no PEAAE com modulação de 46 Hz com a audiometria comportamental nos três grupos.

REVISÃO DA LITERATURA

3 REVISÃO DA LITERATURA

Nesta revisão de literatura são abordados temas que englobam o PEAAE, a dislexia e o TPA(C) em ordem cronológica.

3.1 POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE ESTADO ESTÁVEL (PEAAE)

Galambos et al. (1981) extraíram uma série de ondas cerebrais em sequência por meio de técnica computadorizada. Esses potenciais apareciam em fase com o estímulo auditivo, entre 8 e 80 milissegundos após um estímulo, e apareciam três ou quatro ciclos de uma onda senoidal de 40 Hz. Segundo os pesquisadores, essa resposta era presente em limiares muito semelhantes aos dos adultos na audiometria tonal comportamental.

A gravação do PEAAE foi descrita em 1984 por Rickards e Clark. Segundo os autores, modulações diferentes podem estar associadas ao PEAAE com diferentes latências, sendo assim capazes de avaliar os limiares auditivos e de ser utilizadas como forma de diagnosticar alterações auditivas e neurológicas.

Linden et al. (1987) estudaram o PEAAE com frequência de modulação de 40 Hz durante tarefas de atenção seletiva. Concluíram que não houve

efeito da atenção na amplitude e na fase dos potenciais quando os sujeitos contavam diferenças sucessivas da intensidade do estímulo ou liam um livro. Portanto, não houve evidência de que as respostas auditivas de estado estável foram afetadas pela atenção.

Stapells et al. (1988) aplicaram o PEAML e o PEAEF em crianças (com idades entre 3 semanas e 28 meses) e adultos com audição dentro dos padrões de normalidade. A amplitude de resposta foi maior nos adultos quando se usou o PEAEF com frequência de modulação próxima a 40 Hz, enquanto nas crianças não houve consistência de resposta nessa frequência. Para investigar a hipótese de que o PEAEF com frequência de modulação de 40 Hz é derivado da sobreposição dos componentes de resposta do PEAML, as respostas do PEAEF foram comparadas com as do PEAML. Os resultados indicam a presença de diferenças relativas à idade, tanto no PEAML quanto no PEAEF, e a correlação das respostas nos dois potenciais estudados.

Para Hari et al. (1989), que estudaram as respostas do PEAEF com frequências de modulação entre 10 e 70 Hz em adultos, os resultados foram maiores em amplitude na frequência de 40 Hz.

Segundo Regan (1989), o PEAEF refere-se a uma série de potenciais evocados sucessivos que podem ser obtidos com a apresentação de um estímulo em ritmo suficientemente rápido, fazendo com que a resposta a este se sobreponha à resposta periódica na frequência em que o estímulo é apresentado.

Pantev et al. (1993) observaram que o PEAAE obtido com frequência de modulação de 40 Hz representa sobreposições das ondas do PEAML. Os autores verificaram que os geradores dos Potenciais Evocados Auditivos (PEA) N1P2 se localizam no córtex auditivo secundário e são diferentes dos geradores do PEAML e do potencial de 40 Hz, que estão localizados no giro de Heschl.

Em 1995, Lins e Picton realizaram um estudo e concluíram que as respostas significantes do PEAAE podem ser observadas em média até 14 dB acima do limiar comportamental, e isso foi um indicativo de que a técnica poderia ser útil nas avaliações objetivas da audição. Seu estudo mostrou que é possível obter respostas de estado estável para múltiplas modulações da mesma frequência portadora.

Lins et al. (1996) compararam os limiares comportamentais com os obtidos por meio do PEAAE, procurando avaliar a utilidade desse potencial. Para tanto, foi utilizado o PEAAE com frequência modulada de 75 a 110 Hz. Os estímulos foram apresentados simultaneamente em diferentes intensidades em adultos com limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade, em bebês saudáveis, em adultos que simulavam perda de audição e em adolescentes com perdas de audição. Os limiares alcançados por meio do PEAAE foram comparados com os limiares comportamentais; obtendo limiares do PEAAE maiores que os limiares comportamentais nos adultos normais e muito superiores nos bebês saudáveis, mas foram muito similares aos limiares comportamentais dos adolescentes com perda de audição. Os limiares obtidos nesse estudo nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz

foram de 10 a 20 dB acima do limiar comportamental. Os autores destacaram a facilidade para visualização dos limiares e a utilização de estímulos modulados em frequência e amplitude, que são específicos em determinadas frequências.

A resposta para a modulação de 40 Hz na intensidade de 500 Hz pode ajudar a encontrar níveis de intensidade desconfortáveis, apesar de uma grande variabilidade de resposta ser encontrada nessa frequência de modulação; assim afirmaram Parker e O'Dwyer (1998).

Para Gutschalk et al. (1999), a soma dos PEAML pode explicar a resposta do PEAE, e sua amplitude máxima pode ser encontrada ao redor de 40 Hz. Conforme os autores, embora estabilizadas nas redes subjacentes ao PEAML, as ondas podem ser esculpidas por interações não lineares.

As investigações de Santarelli e Conti (1999), sobre a geração do PEAE, chegaram à conclusão de que o sistema gerador desse potencial não apresenta um comportamento linear. Para frequências mais baixas de modulação, a amplitude de resposta é maior e a fase menor, quando comparadas aos valores esperados; já em frequências mais altas a amplitude é menor e a fase é maior. Antigamente acreditava-se que a resposta desse potencial era o resultado da sobreposição de respostas de média latência evocadas por estímulos individuais. Esse estudo indica que a diminuição da amplitude e o aumento da fase das respostas do PEAE são maiores que as esperadas, se as respostas desse potencial forem resultantes de uma adição linear de respostas de média latência emitidas por um estímulo individual. Os autores concluíram que, apesar da

participação do circuito córtico-talâmico na geração do PEAE, o sistema gerador desse potencial não apresenta um comportamento linear.

Em 2001, Sávio et al. realizaram um estudo em crianças de zero a 12 meses para pesquisar o processo maturacional do PEAE. Esse projeto utilizou tons nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz. Os resultados mostraram modificações nas respostas de acordo com o desenvolvimento da criança. Nos neonatos, o PEAE não foi identificado em intensidades próximas aos limiares comportamentais de adultos normais. De acordo com o resultado, a mudança nos limiares das frequências mais baixas foi mais lenta do que nas frequências altas. A variação da amplitude foi diretamente proporcional à idade das crianças (com o aumento da idade houve o aumento da amplitude da resposta do PEAE). Essa mudança, segundo os autores, pode ser reflexo da sequência maturacional em estruturas cocleares e do tronco encefálico relacionadas à geração do PEAE.

Yvert et al. (2001) pesquisaram o PEAML e, mediante registros eletroencefalográficos e dados magnetoencefalográficos, as fontes supratemporais múltiplas para as diversas deflexões foram observadas. Correlacionaram, então, Pa (28 ms) à porção medial do giro de Heschl; Nb (40 ms)/Pb1 (52 ms) à face lateral do giro supratemporal; e Pb2 (74 ms) à porção ântero-lateral do giro de Heschl.

Herdman et al. (2002) estudaram a localização dos geradores intracerebrais das respostas do PEAE em frequências moduladas de 12, 39 e 88 Hz. Para tanto, selecionaram dez indivíduos com idades entre 17 e 50 anos, com limiares tonais em torno de 20 dBNA, na frequência de 1000

Hz. Os autores concluíram que o cérebro é consistentemente ativo em todas as frequências de modulação e que as fontes corticais são mais ativas em frequências de modulação menores, particularmente em 39 Hz. As respostas para os estímulos com modulação de 12 Hz não mostraram muita energia e, dessa forma, as respostas encontradas com essa frequência de modulação foram difíceis de serem distinguidas dos artefatos. Foi possível concluir que a resposta à frequência de modulação de 39 Hz é gerada parcialmente no córtex auditivo e na superfície superior do lobo temporal, o que sugere que a atividade talâmica e os circuitos talâmicos corticais possam estar envolvidos nessa resposta. Os dados coletados na frequência de modulação de 88 Hz sugerem que essas respostas sejam geradas principalmente na via auditiva do cérebro. Os neurônios do núcleo coclear respondem melhor às frequências de modulação acima de 80 Hz, e o colículo inferior responde melhor às frequências de modulação entre 20 e 40 Hz. Isso significa que a geração possível do PEAAE em 40 e 80 Hz provém do colículo inferior e do núcleo coclear, respectivamente.

O estudo de John et al. (2002) avaliou a eficiência do PEAAE utilizando estímulos múltiplos simultâneos em frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz. Em comparação com o estímulo único, os autores verificaram que o uso de estímulos simultâneos causa pequenas mudanças nas respostas, e esse fato pode ser verificado pela atenuação das respostas ante um estímulo de baixa frequência na presença de estímulos de alta frequência. Segundo os autores, essas atenuações são fisiologicamente interessantes, pois

demonstram mudança nos padrões das respostas, ainda que essas diferenças sejam pequenas.

O PEAAE é um teste muito mais preciso, por utilizar diferentes frequências, do que o Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) que utiliza *clicks*, e muito mais objetivo, pois as respostas podem ser obtidas estatisticamente, como pontuado por Barajas e Zenker (2002).

Ainda existem poucas pesquisas sobre os geradores neurais do PEAAE, segundo Sininger e Cone-Wesson (2002). Esse potencial é gerado em todo o sistema nervoso auditivo, sendo que as regiões corticais contribuem mais do que os geradores do tronco encefálico em resposta às frequências de modulações mais baixas (abaixo de 80 Hz). De acordo com os autores, a presença das respostas desse potencial é determinada em grande parte pela integridade da cóclea e do oitavo nervo, e que as mesmas variáveis que afetam o PEATE, o PEAML e as respostas corticais mais tardias aos estímulos transientes afetam também as respostas do PEAAE.

Nas comparações de Cone-Wesson et al. (2002) dos resultados do PEAAE aos obtidos por meio do PEATE em adultos normo-ouvintes, os limiares do PEATE com *tone burst* foram semelhantes aos obtidos por meio do PEAAE quando obtidos de maneira automática, sendo que esses limiares variavam de acordo com a frequência, a velocidade do estímulo e o método de detecção. Segundo os autores, os menores limiares foram obtidos com detecção visual do PEATE. A detecção visual dos limiares desse potencial foi diferente dos obtidos pelo modelo automático e dos obtidos por meio do

PEAEE com modulação de 41 Hz, mas não foi diferente dos limiares obtidos com modulação mais alta (95 Hz).

Firszt et al. (2004) estudaram a efetividade do PEAEE como medida da sensibilidade da audição em crianças com suspeita de perda auditiva. Para isso foram comparados os limiares obtidos por meio do PEATE com aqueles obtidos por meio do PEAEE. Em alguns sujeitos estudados, os resultados do PEAEE sugeriram diferenças entre as orelhas que não apareceram no PEATE, pela ausência de respostas neste. Conforme os autores, as respostas do PEAEE indicaram informações auditivas mais detalhadas nas crianças com perdas de audição de grau severo a profundo. Essas informações podem ajudar, por exemplo, na escolha da orelha para um implante coclear em crianças pequenas.

Schochat et al. (2004) aplicaram o PEAML em 54 sujeitos, sendo 10 com lesão do Sistema Nervoso Auditivo Central (SNAC) (comprovada mediante diagnóstico por imagem ou que tenham sido submetidos a cirurgias crânio-encefálicas), 17 com TPA(C) (comprovado por avaliação comportamental) e 27 normais (grupo Controle), com idades entre 15 e 55 anos. Segundo os autores, o PEAML é um dos testes eletrofisiológicos mais promissores para a avaliação das disfunções e/ou alterações do SNAC. Ainda de acordo com os pesquisadores, o PEAML parece ter vários geradores com uma maior contribuição de estruturas tálamo-corticais e em menor grau do colículo inferior e formação reticular. A área de recepção auditiva do lobo temporal tem contribuição nas respostas de latência média. Nesse estudo foi encontrada diferença significativa em basicamente todas as

latências da onda Pa entre o grupo normal e o grupo com lesão. Houve diferença significativa entre os grupos com TPA(C) e com lesão, em todas as posições relacionadas à orelha esquerda e apenas uma posição da orelha direita – C3A2.

Em 2005, Maanen e Stapells realizaram um estudo em que avaliaram as respostas do PEAAE para estimar limiares audiométricos em adultos. Dois grupos de 23 sujeitos foram avaliados usando as frequências de modulação de 80 ou 40 Hz nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz. Verificou-se que os resultados para a frequência de modulação de 40 Hz foram significativamente mais próximos da audiometria comportamental e mais rápidos de serem obtidos. De acordo com os pesquisadores, essa é a melhor frequência de modulação para ser utilizada na pesquisa do PEAAE em adultos.

Shinn, em 2005, comparou os limiares comportamentais com os estimados pelo PEAAE em indivíduos com lesão de sistema nervoso auditivo central. Os limiares do PEAAE foram obtidos nas frequências de 500 e 2000 Hz com velocidade de modulação de 46 Hz. As comparações intragrupos e intergrupos mostraram correlação entre os limiares comportamentais e os estimados pelo PEAAE no grupo de indivíduos com audição dentro da normalidade, enquanto o grupo com lesão demonstrou pouca correlação entre esses limiares.

A avaliação feita por Picton et al. (2005) de 10 adultos normo-ouvintes, 10 portadores de deficiência auditiva neurosensorial e 10 idosos portadores ou não de presbiacusia tinha o objetivo de estimar o limiar audiométrico por

meio do PEAAE. Foram avaliadas as frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz com taxas de modulação de 78 e 95 Hz. Os autores relataram que quanto maior a perda de audição, maior o grau de correlação entre os limiares da audiometria tonal e os obtidos por meio do PEAAE. Nos casos de neuropatia auditiva, as respostas do PEAAE foram obtidas somente em níveis elevados de sensação auditiva, demonstrando uma fraca correlação com os resultados da audiometria tonal.

Johnson e Brown (2005) compararam os resultados do PEATE com os do PEAAE em indivíduos com audição normal, perdas auditivas planas e perdas auditivas em altas frequências. Participaram desse estudo 14 adultos normo-ouvintes, 10 adultos com perdas auditivas planas e 10 com perdas auditivas neurossensoriais em altas frequências. As diferenças encontradas entre os limiares tonais e eletrofisiológicos foram menores quando obtidos por meio do PEATE do que quando obtidos pelo PEAAE. As diferenças entre os limiares eletrofisiológicos nas duas avaliações foram significativamente menores nas frequências com perdas auditivas do que nas frequências com limiares normais. Os autores não encontraram diferença estatisticamente significativa quanto à certeza com que ambos os potenciais predisseram os limiares comportamentais. Em dois indivíduos com audição normal, o PEAAE superestimou os limiares auditivos comportamentais, enquanto que o PEATE apresentou limiar mais próximo aos limiares comportamentais dos indivíduos. De acordo com os autores, o PEAAE obteve respostas em altas frequências em níveis de intensidades mais próximos aos encontrados na audiometria comportamental em indivíduos com perda auditiva; porém, o

PEATE parece ser a escolha mais apropriada quando a população a ser avaliada mostra probabilidade maior de apresentar limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade.

O estudo longitudinal de Rance e Tomlin (2006) foi realizado para verificar a maturação da resposta do PEAAE de 20 lactentes ouvintes nascidos a termo. O teste foi realizado na primeira, segunda, quarta e sexta semanas de nascimento nas frequências de 500 e 4000 Hz, com frequência de modulação de 74 Hz para a frequência de 500 Hz e de 95 Hz para a frequência de 4000 Hz. Foram testadas 10 orelhas direitas e 10 orelhas esquerdas. Todos os sujeitos avaliados deveriam ter emissões otoacústicas transientes presentes e o PEATE com respostas em 20 dBNA. Foram observadas mudanças significativas nas repostas ao longo das semanas (as repostas diminuíram de aproximadamente 10 dB do primeiro para o último teste). Os resultados longitudinais indicaram que os fatores maturacionais afetam o PEAAE nas primeiras semanas de vida e resultam em mudanças clínicas significativas.

Canale et al. (2006) compararam os limiares comportamentais aos obtidos por meio do PEAAE em adultos com audição dentro dos padrões de normalidade e com perda auditiva, para verificar a aplicabilidade dessa avaliação objetiva em sujeitos que não respondem corretamente à audiometria tonal. Eles observaram que a diferença entre os limiares da audiometria tonal e do PEAAE foi maior no grupo com audição normal do que nos pacientes com perdas auditivas. Conforme os autores, a resposta

do PEAAE é um método excelente para verificar os limiares auditivos em pacientes com perdas de audição.

Calil et al. (2006) descreveram os achados do PEAAE para crianças ouvintes nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, bilateralmente. Nesse estudo foram avaliadas 14 crianças ouvintes, com idades entre dois e 19 meses. Foram pesquisadas as frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, com estímulos múltiplos simultâneos, e taxas de modulações entre 77 e 103 Hz, binauralmente. As autoras observaram que as médias dos níveis de respostas do PEAAE foram de 6 a 17.2 dBNA e não houve diferença significativa entre as orelhas. O estudo concluiu que o PEAAE é um exame viável, capaz de prever o grau e a configuração do status audiométrico em crianças que não respondem à audiometria tonal de forma consistente. Segundo as autoras, a técnica do PEAAE pode ser incluída na rotina clínica da avaliação audiológica infantil.

Stroebel et al. (2007) estudaram as respostas do PEAAE em crianças usuárias de próteses auditivas. Foram avaliadas 6 crianças que foram protetizadas entre as idades de 3 e 6 meses. Os resultados indicaram que o PEAAE pode revelar o benefício da protetização em crianças nos primeiros meses de vida, mesmo antes de se conseguir avaliar o sujeito por meio da audiometria tonal comportamental.

Em um trabalho realizado por Castro et al. (2008) foi estudada a correlação entre a sensação de *loudness* e as respostas do PEAAE em sujeitos com audição dentro dos padrões de normalidade. De acordo com os pesquisadores, as respostas das amplitudes do PEAAE e da sensação de

loudness crescem na mesma proporção em que aumenta a intensidade do estímulo nas quatro frequências estudadas (500, 1000, 2000 e 4000 Hz). Os achados desse estudo indicam que a amplitude do PEAAE pode ser utilizada para estimar o crescimento da sensação de *loudness* em indivíduos com audição normal.

Rabelo (2008) avaliou a relação entre o processamento temporal (por meio do teste GIN – *gap in noise*) e o PEAAE em adultos normo-ouvintes com TPA(C) e com lesão de lobo temporal, e verificou a sensibilidade e a especificidade de ambos os testes. O PEAAE foi realizado com modulação de frequência de 46 Hz, nas intensidades de 500 e 2000 Hz, em ambas as orelhas. Foram calculados os limiares eletrofisiológicos, os limiares estimados e a diferença entre o limiar tonal comportamental e o eletrofisiológico para todos os indivíduos. A autora verificou que os indivíduos com lesão de sistema nervoso auditivo central mostraram um maior comprometimento da habilidade de resolução temporal, avaliada no teste GIN e no PEAAE, do que os indivíduos com disfunção do sistema nervoso auditivo central e os indivíduos normais. A sensibilidade para lesão neurológica foi melhor que a sensibilidade para TPA(C) em ambos os testes.

Duarte et al. (2008) verificaram a aplicabilidade do PEAAE para determinar os limiares auditivos nos diferentes graus de perda auditiva neurossensorial coclear. Nesse estudo, foram avaliados 48 indivíduos com idades entre 7 e 30 anos e diferentes graus de perdas auditivas. A audiometria tonal liminar e o PEAAE foram avaliados nas seguintes frequências: 0,5; 1; 2 e 4 kHz. Os autores verificaram que houve associação

significante ($p < 0,01$) entre os limiares obtidos na audiometria tonal e no PEAAE para todas as frequências testadas, principalmente para perdas auditivas de grau profundo. Contudo, em alguns pacientes o grau da perda auditiva pode ser superestimado. Concluíram que o PEAAE pode ser utilizado para prever os limiares auditivos da audiometria tonal, porém não deve ser analisado de forma isolada, mas sim de forma complementar à avaliação audiológica comportamental.

3.2 DISLEXIA E PROCESSAMENTO AUDITIVO (CENTRAL)

A utilização do termo 'dislexia' em pesquisas é controversa, por ser utilizado de forma indevida. Esse vocábulo será utilizado neste estudo para denominar os indivíduos que apresentaram transtorno de leitura e escrita, classificado como dislexia após avaliação multidisciplinar.

Em 1979, Galaburda e Kemper compararam o cérebro de disléxicos e de não-disléxicos *post mortem* e encontraram anomalias neuropatológicas no cérebro dos disléxicos, dentre as quais: nódulos corticais em região frontal e regiões específicas para linguagem no lobo esquerdo, displasias (células neuronais menores do que o normal em região talâmica) e micromalformações vasculares.

Para Frith (1985), o disléxico parece apresentar atraso no desenvolvimento da habilidade de leitura. Os sujeitos com dislexia

apresentam leitura logográfica e encontram dificuldade na fase alfabética, pois, segundo o autor, essa fase exige consciência fonológica. As crianças com tal diagnóstico apresentam dificuldades no uso da rota sublexical para a leitura, ou seja, no uso do mecanismo de conversão grafema-fonema em atividades que exigem habilidades fonológicas, como em leitura de palavras inventadas ou na categorização de palavras quanto aos sons.

Para Hugdahl et al. (1998), a dislexia é um transtorno ou déficit biológico causado por anormalidades estruturais e funcionais do cérebro. Os autores realizaram uma revisão centrada no processamento auditivo (central) na dislexia e na questão de que a dificuldade no processamento auditivo na área fonológica pode ser a chave das dificuldades dos indivíduos com dislexia. Foram três métodos utilizados para avaliar o processamento auditivo (central): escuta dicótica, ressonância magnética (MRI, *Magnetic Resonance Imaging*) e o uso de potenciais relacionados a eventos (*Event-Related Potentials* – ERPs). A técnica de escuta dicótica é utilizada para verificar o status funcional do processamento fonológico no giro superior temporal, principalmente no hemisfério esquerdo. MRI é o correspondente para verificar o status estrutural, ou morfológico, e mede anormalidades anatômicas na mesma região cerebral. A técnica dos potenciais relacionados a eventos revela disfunção cortical no processamento sensorial e na memória relacionada a eventos acústicos. Nas três formas de avaliação, as crianças com dislexia apresentaram resultados diferentes daqueles expostos pelas crianças com desenvolvimento típico, tais como ausência da vantagem da orelha direita na tarefa de escuta dicótica, leve assimetria no plano temporal

do lado esquerdo e latências maiores na captação dos potenciais relacionados a eventos.

A dislexia foi definida pela Organização Mundial de Saúde em 1993 como um transtorno manifestado por dificuldades específicas em aprender a ler, e não atribuídas a qualquer outro tipo de déficit relacionado à inteligência, motivação, oportunidades de aprendizado ou acuidades sensoriais.

O estudo de Rego e Dubeux (1994) comparou grupos de crianças de duas escolas públicas submetidas a metodologias de alfabetização diferentes. As escolas estavam situadas no mesmo bairro e em ambas havia a oferta de ensino pré-escolar, isto é, as crianças ingressavam aos 4 anos de idade. Na escola 1 as crianças da pré-escola não estavam expostas a atividades de leitura e escrita, apenas se trabalhava a alfabetização de forma tradicional por meio de atividades de coordenação motora e de discriminação visual e auditiva. Não havia livros nem experiências com leitura e escrita. Na escola 2 foi realizada uma intervenção pedagógica que alterou a forma como se trabalhava a preparação para a alfabetização e a alfabetização propriamente dita. A intervenção pedagógica estruturou-se em torno de três eixos: leitura diária de histórias desde o início da pré-escola; atividades de escrita de palavras que as crianças estavam interessadas em aprender; e atividades de estímulo à consciência fonológica mediante jogos que evidenciavam as semelhanças e as diferenças sonoras entre as palavras. Na primeira escola, 80% das crianças concluíram a pré-escola sem estabelecer relações entre as letras e os sons das palavras, enquanto que na segunda apenas 25% das crianças permaneceram nesse nível de desempenho. Na escola 1, embora no

final da primeira série 90% das crianças tivessem atingido o nível alfabético de escrita, apenas 2% delas conseguiram ler e compreender um pequeno texto e 18% conseguiram produzir um pequeno texto. Além disso, 43% das crianças que estavam matriculadas no início do ano abandonaram a escola antes do final do ano letivo. Na segunda escola, apenas 5% das crianças concluíram a primeira série no nível pré-silábico, isto é, sem estabelecer relações entre letras e sons, enquanto o percentual de evasão foi de 10%. A grande maioria das crianças se encontrava no nível alfabético (65%), e, destas, 35% produziam textos e 20% liam com compreensão. Portanto, a qualidade do desempenho em leitura e escrita das crianças que haviam atingido o nível alfabético era significativamente superior ao observado na escola 1. Na escola 2, foi realizado um trabalho centrado na leitura em contexto, envolvendo reflexão sobre a palavra, como sequência de sons, para despertar o conhecimento da estrutura do sistema de escrita alfabético. Os resultados dessa pesquisa foram favoráveis em termos de compreensão do sistema alfabético de escrita e de leitura.

Arehole et al. (1996) realizaram o PEAML em 22 crianças com idades entre 8 e 12 anos e com audição periférica normal bilateralmente, sendo 11 delas com distúrbio de aprendizagem e 11 sem esse tipo de transtorno. Os resultados indicaram que as latências do PEAML foram maiores no grupo com distúrbio de aprendizagem; sendo este resultado estatisticamente significativo.

Na avaliação que fizeram do fluxo sanguíneo cerebral de homens disléxicos, por meio de Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET), Rumsey et al. (1997) encontraram um padrão alterado de ativação no córtex temporal

médio-posterior, bilateralmente, e no córtex parietal inferior, predominantemente no hemisfério esquerdo, durante a realização das tarefas de leitura de palavras em voz alta e decisão lexical.

Em estudos com gêmeos, mono e dizigóticos, de 6 e 7 anos, Hohnen e Stevenson (1999) verificaram que as diferenças individuais nos estágios iniciais de desenvolvimento da lectoescrita, nas habilidades de consciência fonológica e na linguagem entre as crianças estudadas parecem ser fortemente influenciadas por fatores genéticos.

Em estudo conduzido em 2000 por Shiota et al., a análise de Eletroencefalogramas (EEG) sugere um problema de maturação cerebral em crianças com dislexia. A desconexão natural dos córtices sensoriais primários (visual e auditivo), um dos fatores importantes de desenvolvimento cerebral, poderia estar falha nas crianças disléxicas, resultando em alta coerência no EEG.

Kujala et al. (2000) estudaram a associação entre mecanismos neurais e os transtornos de leitura. Segundo eles, a discriminação neural das informações temporais dos padrões tonais é menor em adultos disléxicos. Essa dificuldade pode ser traçada por mecanismos corticais que processam a informação auditiva independentemente da atenção.

Em 2000, Capellini e Ciasca aplicaram um programa de treinamento em consciência fonológica em dois grupos de crianças: um com distúrbio específico de leitura/escrita e o outro com distúrbio de aprendizagem. O treino da consciência fonológica teve efeitos sobre o desempenho nas tarefas de consciência fonológica e no nível e velocidade de leitura de ambos os grupos.

O estudo de Corina et al. (2001) avaliou a ressonância magnética de indivíduos com dislexia e outros com desenvolvimento típico (grupo controle) durante tarefas de linguagem. Durante a tarefa, os sujeitos com dislexia tiveram maior atividade no giro temporal inferior direito do que no esquerdo, diferentemente dos sujeitos do grupo controle. Os pesquisadores concluíram que os sujeitos com dislexia diferem dos do grupo controle na ativação cerebral durante tarefas que demandam habilidades de processamento de linguagem, mesmo quando essa tarefa não necessita de leitura.

Ingelghem et al. (2001) estudaram o processamento temporal em sujeitos com dislexia e indivíduos com desenvolvimento típico mediante testes que avaliavam o processamento auditivo (central) e visual. Foram encontradas diferenças significantes tanto na parte auditiva quanto na parte visual nos grupos estudados. Os resultados da avaliação do processamento temporal foram estatisticamente significantes quando relacionadas à habilidade de leitura de palavras. Isso sugere que indivíduos com dislexia possuem um déficit no processamento temporal, tanto auditivo quanto visual.

Utilizando o exame de Ressonância Magnética funcional (fMRI – *functional Magnetic Resonance Imaging*), Seki et al. (2001) estudaram o cérebro de crianças japonesas disléxicas durante a leitura de sentenças no sistema de escrita silábico *kana* (utilizado em algumas áreas do Japão) e também encontraram alteração na ativação do giro temporal medial (parte da área de Wernicke). Segundo os autores, além do processamento normal, um processamento incomum (ativação bilateral do lobo occipital e do giro frontal

inferior) também ocorre no cérebro desses sujeitos, o que poderia indicar diferenças nas funções hemisféricas para compensar dificuldades de leitura.

De acordo com os critérios do DSM-IV-TR (APA, 2002), a dislexia é um transtorno de leitura que consiste em rendimento em leitura substancialmente inferior ao esperado para a idade cronológica, inteligência e escolaridade do indivíduo. Para Nunes et al. (2001), crianças com dislexia de desenvolvimento apresentam dificuldades na aprendizagem de leitura e escrita, consideradas muito maiores do que se esperaria a partir do seu nível intelectual.

Fellipe e Colafêmina (2002) estudaram o relacionamento dos transtornos do processamento auditivo (central) com as dificuldades de leitura-escrita. Para isso, compararam os resultados da avaliação simplificada do processamento auditivo (central) com o desempenho em tarefas de leitura-escrita em 62 alunos da 5ª à 8ª série, do sexo masculino, sem perda auditiva periférica e sem histórico de problemas neurológicos e psicológicos. Eles encontraram associação significativa entre alteração na prova de memória sequencial não verbal da avaliação simplificada do processamento auditivo (central) e o desempenho rebaixado em tarefas de leitura-escrita. Segundo os autores, o teste mostrou-se eficaz na detecção de transtornos do processamento auditivo (central).

Estudos realizados por Jerger et al. em 2002 mostram diferenças nos resultados de testes eletrofisiológicos de indivíduos com TPA(C) se comparados a indivíduos normais. Os autores atribuem tal diferença a um déficit na eficiência da transferência inter-hemisférica da informação auditiva.

Dada a fragilidade dos critérios diagnósticos tradicionais, baseados em uma metodologia de exclusão, Sternberg e Grigorenko (2003) propõem uma caracterização do quadro do transtorno de leitura. Os principais indicadores das dificuldades de aprendizagem da leitura, segundo eles, são dificuldades em decodificar e analisar fonemas dentro das palavras (consciência fonológica), as quais são específicas para o processamento de símbolos escritos.

Frota (2003) avaliou o desempenho de crianças com transtornos específicos da leitura e da escrita nos testes verbais e não verbais de processamento auditivo (central), buscando possíveis associações. Foram avaliadas 30 crianças sem transtornos específicos da leitura e da escrita (G1) e 30 crianças com transtornos específicos da leitura e da escrita (G2). Elas foram avaliadas quanto ao processamento auditivo (central) utilizando testes verbais (SSW nas condições Direita Competitiva, Esquerda Competitiva, total de acertos, e Inversões, memória sequencial verbal e Fala com ruído) e não verbais (Dicótico não verbal nas condições atenção livre e atenção sustentada direita e esquerda, memória sequencial não verbal, localização, padrão de duração e padrão de frequência). Foram encontrados desempenhos diferentes e estatisticamente significantes entre as crianças com e sem transtornos específicos da leitura e da escrita em alguns testes de processamento auditivo (central) (SSW, Fala com ruído, Dicótico não verbal nas condições atenção sustentada direita e esquerda, padrão de duração e padrão de frequência). O melhor desempenho de G1 em relação a G2 não foi confirmado nos testes de memória sequencial verbal simples, de memória

sequencial não verbal e de localização. Segundo a autora, os comportamentos de boa compreensão de narrativas ouvidas, inabilidades de manipular os sons da fala, incompetência para escrita de palavras reais e inventadas, velocidade de leitura insatisfatória para o nível de escolaridade, pobre compreensão de narrativas, pior para leitura silenciosa, se associam com as inabilidades auditivas de ordenação temporal complexa de sons verbais, fechamento, figura-fundo para sons verbais, figura-fundo para sons não verbais, escuta direcionada e identificação de padrão de sons.

Costamilan (2004) realizou um estudo longitudinal por meio do teste SSW, reavaliando crianças 2 anos após a primeira avaliação. Nenhuma das crianças havia passado por reabilitação terapêutica. Observou-se que as crianças sem queixas de dificuldade de aprendizagem continuaram apresentando resultados melhores com relação àquelas que tinham essa queixa. Contudo, houve melhora no SSW nos dois grupos de forma semelhante, tornando evidente a influência da maturação auditiva.

Sauer et al. (2006) aplicaram em um grupo de 36 crianças os testes dicótico de dígitos, dicótico de dissílabos alternados e dicótico não verbal, os quais fazem parte do conjunto de avaliação do processamento auditivo (central). As crianças foram classificadas em dois grupos que foram correlacionados: grupo experimental (GE) formado por 18 crianças com diagnóstico de dislexia e 18 crianças normais compondo o grupo comparação (GC), sem queixa de aprendizagem e pareadas em relação a sexo, lateralidade e nível socioeconômico ao GE. Foi realizado o exame de imagem (SPECT) no GE. Os autores encontraram diferença estatisticamente

significante nos dois grupos (GE e GC) em todos os testes avaliados. Em relação ao SPECT, apesar de os autores não terem encontrado diferença estatisticamente significativa entre os resultados, observaram que 50% dos sujeitos avaliados do GE apresentaram alteração, sendo a maior parte em áreas do lobo temporal esquerdo. Com isso, concluíram que crianças com dislexia apresentam alterações do processamento neurológico central que podem ser detectadas em testes específicos de processamento auditivo (central) e em exames funcionais de imagem, como SPECT.

O estudo de Capellini et al. (2008) tinha por objetivo caracterizar o desempenho de crianças com dislexia quanto às habilidades auditivas e de consciência fonológica, correlacionando-as. Participaram crianças com dislexia e bom desempenho escolar, submetidas a avaliações audiológica, do processamento auditivo (central) e das habilidades fonológicas. Os resultados indicaram diferença estatisticamente significativa entre as habilidades auditivas de sequência para sons verbais, mensagem competitiva ipsi e contralateral, dicótico de dígitos e dissílabos alternados e ainda nos subtestes de síntese, segmentação, manipulação e transposição. Os achados desse estudo evidenciaram correlação entre provas de memória auditiva e manipulação silábica e fonêmica e associação entre habilidades auditivas e fonológicas, sugerindo que os processos auditivos interferem diretamente na percepção de aspectos acústicos, temporais e sequenciais dos sons para formação de uma representação fonológica estável.

O foco do estudo de Murphy e Schochat (2009) era verificar a influência do processamento auditivo no aprendizado da leitura. Para tanto, foi analisada

a correlação entre leitura, consciência fonológica e processamento temporal auditivo em crianças brasileiras com dislexia. Foram avaliadas 60 crianças de 9 a 12 anos, sendo 33 pertencentes ao grupo com dislexia e 33 ao grupo controle. Os testes aplicados pelas autoras envolveram habilidades de leitura, consciência fonológica e processamento auditivo temporal. Foi verificado que ambos os grupos apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre os desempenhos nos testes de leitura, consciência fonológica e processamento auditivo temporal, tendo o grupo de crianças com dislexia apresentado desempenho estatisticamente pior em todos os testes aplicados nesse experimento.

MÉTODOS

4 MÉTODOS

O presente estudo teve seu projeto analisado e aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa para Análise de Projetos de Pesquisa – CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP), sob o protocolo de pesquisa nº 033/07 (Anexo A).

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

Os participantes foram todos voluntários provenientes do Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Processamento Auditivo (Central), da ABD (Associação Brasileira de Dislexia) e do NANI (Núcleo de Atendimento Neuropsicológico Infantil Interdisciplinar da UNIFESP).

Todos os sujeitos participantes da pesquisa e seus responsáveis receberam informações individuais referentes aos exames e testes que foram realizados.

Os responsáveis por cada indivíduo tiveram acesso às informações por escrito no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo B). Esse Termo foi entregue e assinado antes do início das avaliações.

Foram avaliados 87 sujeitos com idades entre 7 e 12 anos. Destes, 60 atenderam aos critérios de inclusão e foram classificados em três grupos, a saber:

- **GRUPO CONTROLE:** 20 indivíduos com desenvolvimento típico;
- **GRUPO DISLEXIA:** 20 indivíduos com dislexia e TPA(C) de origem funcional; e
- **GRUPO TPA(C):** 20 indivíduos com TPA(C) de origem funcional.

A faixa etária dos sujeitos do estudo foi baseada na idade da população atendida no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Processamento Auditivo (Central), pois, apesar de não existirem dados epidemiológicos sobre a prevalência de TPA(C) por faixa etária, essa parece ser a de maior ocorrência. Além disso, a maior parte dos testes para a avaliação do processamento auditivo (central) é padronizada para crianças a partir dos 7 anos de idade, e nessa faixa etária encontramos um maior número de sujeitos com alteração de processamento auditivo (central).

4.1 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Os critérios de seleção utilizados na constituição dos grupos deste estudo serão descritos a seguir:

- Idades entre 7 e 12 anos;
- Audiometria tonal, Logaudiometria e Imitanciometria dentro dos limites da normalidade (padrão ANSI – 1969) (Russo, 1999); e
- Ausência de alterações cognitivas, psicológicas ou neurológicas.

Alguns critérios específicos de inclusão foram estabelecidos para a seleção dos indivíduos em cada um dos grupos:

a. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO PARA O GRUPO CONTROLE (SUJEITOS COM DESENVOLVIMENTO TÍPICO)

Foram considerados normais os indivíduos que apresentaram desempenho dentro da normalidade nos testes Fala com Ruído, Dicótico de Dígitos (Pereira, 1997) e Padrão de Frequência (Musiek, 1994). Esses testes foram escolhidos por serem de fácil aplicação e com normatização estabelecida.

b. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO PARA O GRUPO TPA(C)

O diagnóstico dos indivíduos com TPA(C) foi efetuado por meio dos testes comportamentais utilizados para o diagnóstico do processamento auditivo (central) no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica de Distúrbio de Processamento Auditivo (Central) do Centro de Docência e Pesquisa em Fonoaudiologia, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. Foram incluídos na pesquisa indivíduos que falharam em no mínimo dois dos três testes

realizados e que não apresentaram queixas com relação à leitura e à escrita na anamnese realizada antes da avaliação.

C. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO PARA O GRUPO DISLEXIA (SUJEITOS COM DISLEXIA E TPA(C))

Os participantes deste grupo deveriam ter dislexia de grau moderado a severo, diagnosticada pela ABD ou pelo NANI, e TPA(C), determinado por meio dos testes comportamentais utilizados para o diagnóstico do processamento auditivo (central) no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica de Distúrbio de Processamento Auditivo (Central) do Centro de Docência e Pesquisa em Fonoaudiologia, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. Foram incluídos na pesquisa indivíduos que falharam em no mínimo dois dos três testes realizados.

4.2 MATERIAL

Os materiais que foram utilizados na pesquisa serão descritos a seguir:

1. Cabina Acústica da marca Siemens, calibrada segundo a norma ANSI S3.1 (1991) (Russo, 1999);
2. Anamnese clínica (Anexo C);
3. Otoscópio da marca Heine;

4. Analisador de orelha média da marca Grason-Stadler, modelo GSI-33, calibrado segundo a norma ANSI (1989), com a frequência da sonda utilizada de 226 Hz. O aparelho permite a realização da timpanometria e a testagem do reflexo estapediano ipsi e contralateralmente. Foram realizadas ambas as medidas. A intensidade na testagem do reflexo variou de 60 a 120 dB para as frequências de 500, 1000 e 2000 Hz e de 60 a 115 dB para as frequências de 250 e 4000 Hz;
5. Audiômetro da marca Grason-Stadler, modelo GSI-61, calibrado segundo a norma ANSI S3.6 (1989) e IEC (1992), cuja faixa de frequência é de 125 a 12000 Hz em que por via aérea o tom puro varia de -10 a 110 dBNA para as frequências de 250 e 12000 Hz; de -10 a 115 dBNA para as frequências de 250 e 8000 Hz e de -10 a 120 dBNA para as frequências de 500, 750, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000 e 6000 Hz. Por via óssea, tem tom puro variando de -10 a 80 dBNA. O vibrador ósseo utilizado é do modelo Radioear B-71. O fone utilizado é do modelo TDH-50;
6. Compact Disc Player, de marca Sony ou Panasonic com saída direta para o audiômetro. Os dois aparelhos possuem a mesma impedância, de forma que foi possível a compatibilidade entre eles, sem perda de energia na passagem de um aparelho para o outro;
7. Compact Disc (CD) com a gravação dos testes para a avaliação do processamento auditivo (central) (Pereira e Schochat, 1997);

8. Compact Disc (CD) com a gravação do teste Padrão de Frequência (Musiek et al., 1994);
9. Protocolo para anotação dos registros de pontuação nos testes avaliados;
10. Equipamento para avaliação dos potenciais evocados auditivos de estado estável, da marca GSI, modelo: Audera - Evoked Potential System;
11. Eletrodos de prata;
12. Pasta abrasiva para EEG da marca NUPREP;
13. Pasta eletrolítica para EEG da marca TEN 20;
14. Gaze;
15. Micropore; e
16. Fones de inserção.

4.3 PROCEDIMENTO

Os pais e/ou responsáveis pelos sujeitos da pesquisa receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e, após estarem cientes sobre o conteúdo do estudo e sobre os exames que seriam realizados, autorizaram a utilização dos dados na pesquisa (Anexo B).

Os pais e/ou responsáveis responderam inicialmente a uma anamnese, que possibilitou verificar possíveis queixas de processamento auditivo

(central), de leitura e de escrita dos participantes, bem como histórico otológico e de saúde. Foi realizada a inspeção do meato acústico externo com o objetivo de verificar possíveis impedimentos à realização do exame decorridos do excesso de cerúmen.

Em seguida, foram realizadas as medidas de timpanometria, verificação do reflexo ipsi e contralateral nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, audiometria tonal nas frequências de 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000 Hz e audiometria vocal (Limiar de Reconhecimento de Fala e Índice Percentual de Reconhecimento de Fala).

Depois de finalizada a avaliação inicial, os participantes dos três grupos realizaram os seguintes testes: Fala com Ruído, Dicótico de Dígitos, Padrão de Frequência e o Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável (PEAEE).

Os testes comportamentais que avaliaram o processamento auditivo (central) foram aplicados em cabina acústica, por meio de CD player acoplado ao audiômetro GSI-61. A aplicação dos testes seguiu as indicações estabelecidas no *Manual de Avaliação do Processamento Auditivo*, publicado por Pereira e Schochat (1997). A seguir será feita a descrição do procedimento realizado para a execução de cada um dos testes aplicados.

4.3.1 TESTE DE FALA COM RUÍDO

O teste de Fala com Ruído (Pereira e Schochat, 1997) foi aplicado em cabina acústica, em condição monoaural, em uma intensidade de 40 dB NS, ou seja, acima da média dos limiares auditivos tonais nas frequências de 500, 1000 e 2000 Hz. O indivíduo foi orientado de que ouviria uma série de palavras (monossílabas) juntamente com um ruído, e deveria procurar repetir as palavras que ouviu. Os monossílabos foram apresentados numa relação sinal/ruído de +20 dB. O teste de Fala com Ruído foi considerado dentro da normalidade quando os indivíduos obtinham, na primeira orelha testada, uma porcentagem de acerto igual ou maior a 68% e, na segunda orelha testada, uma porcentagem de acerto igual ou maior a 70% (Pereira e Schochat, 1997). Todas as respostas foram anotadas no protocolo específico do teste (Anexo D).

4.3.2 TESTE DICÓTICO DE DÍGITOS

O teste Dicótico de Dígitos (Pereira e Santos, 1997) foi aplicado em cabina acústica, em condição binaural, em uma intensidade de 50 dB acima da média dos limiares auditivos tonais nas frequências de 500, 1000 e 2000 Hz. Foram apresentadas 20 sequências de quatro dígitos, e os resultados

foram anotados em protocolo específico (Anexo E). O indivíduo foi orientado a repetir a sequência de dígitos ouvida. Ao final, a porcentagem de acertos para cada orelha foi calculada. Foram considerados normais os indivíduos que acertaram acima de 90% em ambas as orelhas testadas.

4.3.3 TESTE DE PADRÃO DE FREQUÊNCIA

O teste de Padrão de Frequência (Musiek, 1994) foi aplicado em cabina acústica em uma intensidade de 40 dB NS. O indivíduo foi orientado a nomear a sequência de tons ouvida. Foram apresentadas 30 sequências de tons de forma simultânea nas duas orelhas. Todas as respostas foram anotadas em protocolo específico (Anexo F). O padrão de normalidade adotado para esse teste foi o seguinte: acerto maior ou igual a 40% para crianças de 7 a 8 anos; maior ou igual a 65% para crianças com 9 anos; maior ou igual a 72% para crianças com 10 anos; e maior ou igual a 75% para crianças com idade a partir de 11 anos.

4.3.4 POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE ESTADO ESTÁVEL (PEAEE)

A pesquisa do PEAEE foi realizada com o equipamento GSI Audera. Foi utilizado o protocolo Awake, indicado para realização do exame em indivíduos acordados. A frequência de modulação utilizada foi a de 46 Hz em todas as frequências testadas, por ser essa uma modulação indicada para avaliar áreas corticais e subcorticais (Shinn, 2005; Rabelo, 2008).

O PEAEE foi realizado com o paciente acordado e sentado em poltrona confortável. Foram utilizados quatro eletrodos posicionados da seguinte forma: o ativo foi colocado no alto da testa (Fpz); os de referência nas mastoides direita e esquerda (A2 e A1, respectivamente); e o *common* (ou terra) acima do ativo (Fz). Os eletrodos foram posicionados de acordo com o Sistema Internacional 10-20 (Jasper, 1958). Essas áreas foram higienizadas com pasta abrasiva a fim de reduzir a impedância elétrica entre a pele e os eletrodos para menos de 5 ohms. Os estímulos foram enviados ao paciente por meio dos fones de inserção TIP-50, com o auxílio de um *plug* de espuma inserido dentro do canal auditivo.

O PEAEE foi aplicado nas orelhas esquerda e direita separadamente, iniciando pela frequência de 1000 Hz e em seguida foram avaliadas as frequências de 2000, 4000 Hz. A avaliação foi iniciada na intensidade de 50 dBNA para todas as frequências testadas. Neste estudo não foi realizada a pesquisa do PEAEE na frequência de 500 Hz por esta ser uma frequência difícil de ser avaliada.

Esse teste apresenta três tipos de respostas, a saber:

- **PHASE LOCKED:** indica que a resposta encontrada foi melhor que o limiar do indivíduo (a curva de probabilidade atingiu 97% – $p < 0,03$);
- **RANDOM:** indica que a resposta encontrada não atingiu a curva de probabilidade do limiar (o indivíduo não detectou a intensidade apresentada); e
- **NOISE:** a resposta não atingiu a curva de probabilidade do limiar, provavelmente devido ao ruído superior ao limite estabelecido para o equipamento (ruído externo ou interno do próprio indivíduo). Quando isso acontece, deve-se realizar uma nova varredura.

Quando se encontrava a resposta *phase locked*, a intensidade apresentada era diminuída em 10 dB. Quando a resposta *random* aparecia, aumentava-se a intensidade em 5 dB, até que o limiar fosse encontrado.

Após o término do teste, o audiograma foi concluído, indicando cada limiar eletrofisiológico por frequência testada. Esse limiar eletrofisiológico não indica o limiar comportamental do indivíduo. Na frequência de modulação utilizada neste estudo (46 Hz), esse limiar indica a função auditiva do paciente avaliado, pois essa resposta encontrada no PEAAE é similar à resposta do PEAML e indica sincronia neural.

No PEAAE são apresentados dois tipos de resposta: 'PEAAE limiar' (que representa a função auditiva do paciente avaliado) e 'PEAAE corrigido'

(estimativa do audiograma comportamental por meio de um algoritmo existente no próprio aparelho).

4.4 MÉTODO ESTATÍSTICO

Para comparar as médias dos limiares nos testes, orelhas e grupos, foi adotada a técnica de Análise de Variância com medidas repetidas (ANOVA) (Winer et al., 1991), considerando os fatores Teste, Grupo e Orelha. (A suposição de normalidade foi avaliada por meio da análise dos resíduos e a de esfericidade da matriz de variâncias e covariâncias pelo teste de Mauchly). Quando foram detectados efeitos dos fatores ou de suas interações, a análise teve prosseguimento por meio do método de Bonferroni.

Na análise do processamento auditivo (central), as probabilidades de ocorrência de resultado alterado nos grupos Dislexia e TPA(C) foram comparadas pelo teste Quiquadrado de homogeneidade (Bussab e Morettin, 2002).

As porcentagens de presença de resposta nas duas orelhas e nos testes PEAAE limiar e corrigido foram comparadas mediante o teste de McNemar. Na comparação entre as porcentagens de presença nos três grupos, foi adotado o teste da Razão de verossimilhanças (Agresti, 1990).

Nos testes, foi fixado nível de significância de 0,05.

RESULTADOS

5 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos mediante a aplicação dos testes para avaliação do processamento auditivo (central) e PEAAE nos grupos avaliados, a saber: **GRUPO CONTROLE** – indivíduos com desenvolvimento típico; **GRUPO TPA(C)** – com TPA(C) e **GRUPO DISLEXIA** – com dislexia e TPA(C). É importante ressaltar que os indivíduos do Grupo Controle obtiveram resultados dentro dos padrões de normalidade na avaliação do processamento auditivo (central); por esse motivo os resultados desta avaliação não aparecem nesta análise – pois foi categorizado apenas ‘normal’ ou ‘alterado’ na avaliação do processamento auditivo (central).

5.1 CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS

Nos Quadros 1, 2 e 3 é apresentada uma amostra de cada um dos grupos: Controle, TPA(C) e Dislexia.

QUADRO 1 – Distribuição dos sujeitos em relação ao sexo e à idade no Grupo Controle (N=20)

SEXO	FAIXA ETÁRIA (ANOS)						TOTAL
	7	8	9	10	11	12	
SEXO MASCULINO	2	2	3	2	0	1	10
SEXO FEMININO	3	1	0	4	1	1	10
TOTAL	5	3	3	6	1	2	20

QUADRO 2 – Distribuição dos sujeitos em relação ao sexo e à idade no Grupo Dislexia (N=20)

SEXO	FAIXA ETÁRIA (ANOS)						TOTAL
	7	8	9	10	11	12	
SEXO MASCULINO	2	1	2	2	1	1	9
SEXO FEMININO	2	2	1	3	1	2	11
TOTAL	4	3	3	5	2	3	20

QUADRO 3 – Distribuição dos sujeitos em relação ao sexo e à idade no Grupo TPA(C) (N=20)

SEXO	FAIXA ETÁRIA (ANOS)						TOTAL
	7	8	9	10	11	12	
SEXO MASCULINO	1	2	2	3	1	0	9
SEXO FEMININO	3	2	2	2	1	1	11
TOTAL	4	4	4	5	2	1	20

Os grupos Dislexia e TPA(C) foram comparados quanto à distribuição da variável ‘resultado’ nos testes Fala com Ruído, Dicótico de Dígitos e Padrão

de Frequência (Gráficos 1, 2 e 3). Essa variável possui duas categorias: 'alterado' e 'normal'.

Após a aplicação do teste Quiquadrado, verificamos que a probabilidade dos testes Fala com Ruído e Dicótico de Dígitos apresentarem resultado alterado não é igual nos dois grupos ($p=0,002$), sendo maior no TPA(C). No Padrão de Frequência, as probabilidades de ocorrência de resultado alterado foram iguais nos dois grupos ($p=1,000$) (Anexo G, Tabelas 4, 5 e 6).

GRÁFICO 1 – Percentagens de ocorrência das categorias de 'resultado' no teste **Fala com Ruído** nos grupos Dislexia e TPA(C)

GRÁFICO 2 – Porcentagens de ocorrência das categorias de 'resultado' no teste **Dicótico de Dígitos** nos grupos Dislexia e TPA(C)

GRÁFICO 3 – Porcentagens de ocorrência das categorias de 'resultado' no teste **Padrão de Frequência** nos grupos Dislexia e TPA(C)

5.1.1 ANÁLISE DO *PHASE LOCKED* POR MEIO DO LIMIAR ELETROFISIOLÓGICO

Alguns sujeitos não apresentaram limiares em algumas frequências, quando avaliado o PEAE. Nesses casos, o valor considerado na análise estatística foi o máximo para cada frequência (90 dBNA na frequência de 1000 Hz, 87 dB na frequência de 2000 Hz e 84,5 dBNA na frequência de 4000 Hz) (simulação).

As distribuições do Limiar nos grupos, testes e orelhas, em cada frequência, podem ser visualizadas, de forma aproximada, nos *box-plots* apresentados nos Gráficos de 4 a 6. No PEAE são apresentados dois tipos de respostas: limiar e corrigido. O teste fornece um limiar eletrofisiológico assim que se encerra a pesquisa (PEAE limiar), e, por meio de um algoritmo existente no próprio equipamento, este calcula um limiar mais próximo do que considera o “real”: o PEAE corrigido.

Nas Tabelas 7, 8 e 9 (Anexo G) observamos que as médias e medianas do limiar na audiometria foram menores do que no PEAE corrigido, que por sua vez foram menores do que as médias no PEAE limiar, nas três frequências consideradas.

De uma forma geral, na frequência de 1 kHz, as médias e medianas dos limiares foram maiores na orelha direita do que as na orelha esquerda nos PEAE.

Na audiometria, foram observados limiares médios menores no grupo Dislexia do que nos outros dois grupos, nas três frequências; nos demais

testes, as menores médias foram observadas no grupo Controle, enquanto que nos grupos Dislexia e TPA(C) as médias foram próximas.

Foi realizada uma nova análise excluindo os dados das frequências que não obtiveram resposta no PEAAE (Anexo G, Tabelas 10, 11 e 12). Mesmo após essas análises, foi observado o mesmo padrão de resposta: as médias do limiar na audiometria foram menores do que no PEAAE corrigido, que foram menores do que as médias no PEAAE limiar, nas três frequências consideradas.

GRÁFICO 4 – Box-plots para o Limiar (dB) na Audiometria, PEAAE limiar e PEAAE corrigido nos grupos Controle, TPA(C) e Dislexia, orelhas direita e esquerda na frequência de 1 kHz

* valores discrepantes: respondem diferente ao esperado do resto do grupo.

GRÁFICO 5 – *Box-plots* para o Limiar (dB) na Audiometria, PEAE limiar e PEAE corrigido nos grupos Controle, TPA(C) e Dislexia, orelhas direita e esquerda na frequência de **2 kHz**

* valores discrepantes: respondem diferente ao esperado do resto do grupo.

GRÁFICO 6 – *Box-plots* para o Limiar (dB) na Audiometria, PEAE limiar e PEAE corrigido nos grupos Controle, TPA(C) e Dislexia, orelhas direita e esquerda na frequência de **4 kHz**

* valores discrepantes: respondem diferente ao esperado do resto do grupo.

Pela técnica de Análise de Variância com medidas repetidas (ANOVA), na frequência de **1 kHz**, obtivemos:

- A diferença entre os limiares médios nas orelhas depende do teste, e a diferença entre os limiares médios nos testes depende da orelha ($p=0,031$), o que significa que existe interação entre Teste e Orelha. A relação existente entre as médias nos testes e orelhas não depende do grupo ($p=0,090$), isto é, não há efeito de interação dos fatores Grupo, Orelha e Teste. Ilustramos a relação entre as médias dos limiares obtidas nas duas orelhas e nos três testes no Gráfico 7;
- A diferença entre os limiares médios nos testes depende do grupo e a diferença entre os limiares médios nos grupos depende do teste ($p=0,000$), ou seja, existe interação entre Grupo e Teste. Ilustramos o comportamento das médias dos limiares nos grupos e testes no Gráfico 8;
- A diferença entre as orelhas não depende do grupo e a diferença entre os grupos não depende da orelha, ou seja, não há efeito de interação Grupo *versus* Orelha ($p=0,407$).

GRÁFICO 7 – Médias dos limiares em cada combinação de Orelha e Teste - 1 kHz

GRÁFICO 8 – Médias dos limiares em cada combinação de Grupo e Teste - 1 kHz

Não foi detectada diferença significativa entre as médias dos limiares nas duas orelhas na audiometria, porém nos demais testes as médias dos limiares nas duas orelhas não foram iguais, uma vez que a média na orelha direita foi maior do que na esquerda. Quando os testes foram comparados, dois a dois em cada orelha, verificamos que as médias dos limiares na audiometria foram inferiores às dos outros testes, e as médias no PEAAE limiar foram maiores do que no PEAAE corrigido (Anexo G, Tabela 13).

A média do Limiar na audiometria foi inferior à dos demais testes nos três grupos; a média no PEAAE limiar foi maior do que a média no PEAAE corrigido no Controle, porém não foi detectada diferença significativa entre as médias dos limiares nesses dois testes, nos grupos Dislexia e TPA(C). Na comparação dos grupos, em cada teste, não foi detectada diferença entre as médias dos limiares nos três grupos na audiometria. No PEAAE limiar não foi detectada diferença entre as médias nos grupos Dislexia e TPA(C), sendo que estas foram maiores do que no Controle. O mesmo comportamento dos limiares nos grupos foi obtido no PEAAE corrigido (Anexo G, Tabela 14).

Os mesmos procedimentos de análise levaram às seguintes conclusões sobre o comportamento das médias do Limiar nos grupos, orelhas e testes na frequência de **2 kHz**:

- Foi detectado efeito de interação entre Teste e Grupo ($p=0,000$).
Ilustramos o comportamento das médias dos limiares em cada combinação de Teste e Grupo no Gráfico 9;

- Foi detectado efeito de interação entre Orelha e Grupo ($p=0,037$). Apresentamos o comportamento das médias dos limiares em cada combinação de Orelha e Grupo é apresentado no Gráfico 10;
- Foi detectado efeito de interação entre Teste e Orelha ($p=0,020$). Representamos o comportamento das médias dos limiares em cada combinação de Teste e Orelha no Gráfico 11;
- Não há efeito de interação entre Teste, Orelha e Grupo ($p=0,398$). Isso significa que as diferenças entre as médias apontadas pelas interações entre dois fatores, como, por exemplo, Teste e Grupo, se mantêm dentro de cada nível do terceiro fator, nesse caso, orelhas direita e esquerda.

GRÁFICO 9 – Médias dos limiares em cada combinação de Grupo e Teste - 2 kHz

GRÁFICO 10 – Médias dos limiares em cada combinação de Grupo e Orelha - 2 kHz

GRÁFICO 11 – Médias dos limiares em cada combinação de Teste e Orelha - 2 kHz

Em cada combinação de Teste e Orelha, não foi detectada diferença entre as médias dos limiares nas duas orelhas na audiometria (Anexo G, Tabela 15). Nos demais testes, a média na orelha direita foi maior do que na esquerda.

Nas combinações Teste e Grupo, as médias na audiometria foram menores do que no PEAAE limiar e PEAAE corrigido nos três grupos. A média no PEAAE limiar foi maior do que a média no PEAAE corrigido no grupo Controle, porém não foi detectada diferença significativa entre as médias dos limiares nesses dois testes nos grupos Dislexia e TPA(C). Não foi detectada diferença entre os três grupos na audiometria. No PEAAE limiar e no PEAAE corrigido, não houve diferença significativa entre os limiares médios nos grupos Dislexia e TPA(C), e as médias nesses grupos foram maiores do que a no Controle (Anexo G, Tabela 16).

Já nas combinações Grupo e Orelha, teve-se que: no grupo Controle, a média do limiar na orelha direita foi maior do que na esquerda; nos demais grupos não houve diferença significativa entre as médias dos limiares nas duas orelhas; não houve diferença significativa entre as médias do Limiar nos grupos Dislexia e TPA(C); e as médias nesses dois grupos foram maiores do que a no grupo Controle, tanto na orelha direita quanto na esquerda (Anexo G, Tabela 17).

Por fim, ao realizarmos a análise dos resultados em **4 kHz**, a ANOVA apontou que:

- Existe efeito de interação entre Teste e Grupo ($p=0,001$), ou seja, a diferença entre os limiares médios nos testes depende do Grupo, e os limiares médios nos grupos depende do Teste. No Gráfico 12, ilustramos o comportamento das médias do Limiar em cada combinação de Grupo e Teste;
- Não houve diferença significativa entre os limiares médios nas duas orelhas ($p=0,925$), e esse resultado não dependeu do Teste ($p=0,698$), nem do Grupo ($p=0,384$); e
- Não houve efeito de interação entre Teste, Grupo e Orelha na média do Limiar ($p=0,132$).

GRÁFICO 12 – Médias dos limiares em cada combinação de Grupo e Teste - 4 kHz

As médias do Limiar na audiometria foram menores do que nos outros testes nos três grupos. A média no PEAAE limiar foi maior do que a média no PEAAE corrigido no Controle, porém não foi detectada diferença significativa entre as médias dos limiares nesses dois testes nos grupos Dislexia e TPA(C). Não foi detectada diferença entre os três grupos na audiometria. No PEAAE limiar e no PEAAE corrigido, não houve diferença significativa entre os limiares médios nos grupos Dislexia e TPA(C) e as médias nesses grupos foram maiores do que as no Controle (Anexo G, Tabela 18).

É importante destacar que a análise dos resíduos, após a aplicação da ANOVA, apontou a existência de valores discrepantes nas três frequências. A análise foi então refeita, excluindo-se esses valores (análise de sensibilidade), contudo as conclusões obtidas não se alteraram.

5.1.2 ANÁLISE DA PRESENÇA DE RESPOSTA

As porcentagens de presença de resposta em cada cruzamento de Teste, Grupo e Orelha, nas frequências de 1 kHz, 2 kHz e 4 kHz, são apresentadas nos Gráficos 13, 14 e 15. Observamos que as porcentagens de presença nos dois testes foram semelhantes entre si em todas as frequências, grupos e orelhas. As porcentagens verificadas no grupo Controle foram maiores que nos outros dois grupos. O grupo Dislexia apresentou menor

porcentagem de presença do que os demais grupos na frequência de 2 kHz (Anexo G, Tabelas 19, 20 e 21).

GRÁFICO 13 – Porcentagens de presença e ausência de resposta por Grupo, Teste e Orelha na frequência de **1 kHz**

NOTA: A: ausente; P: presente

GRÁFICO 14 – Porcentagens de presença e ausência de resposta por Grupo, Teste e Orelha na frequência de **2 kHz**

NOTA: A: ausente; P: presente

GRÁFICO 15 – Porcentagens de presença e ausência de resposta por Grupo, Teste e Orelha na frequência de **4 kHz**.

NOTA: A: ausente; P: presente

Não houve diferença entre as porcentagens de presença de resposta nos dois testes. Esse resultado já era esperado, uma vez que as porcentagens de presença de resposta observadas foram idênticas nos dois testes em quase todas as condições experimentais definidas pelas combinações de Grupo e Orelha (Anexo G, Tabelas 22, 23 e 24).

Não foi detectada diferença significativa entre as porcentagens de presença de resposta nas orelhas direita e esquerda (Anexo G, Tabelas 25, 26 e 27).

Na comparação entre as porcentagens de presença de resposta nos três grupos, em cada combinação de Teste e Orelha, obtivemos os p-valores apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3.

TABELA 1 – P-valores obtidos nas comparações entre as porcentagens de presença nos três grupos, em cada combinação de Orelha e Teste na frequência de **1 kHz**

ORELHA	TESTE	P
DIREITA	LIMIAR	0,029
	CORRIGIDO	0,029
ESQUERDA	LIMIAR	0,237
	CORRIGIDO	0,237

TABELA 2 – P-valores obtidos nas comparações entre as porcentagens de presença nos três grupos, em cada combinação de Orelha e Teste na frequência de **2 kHz**

ORELHA	TESTE	P
DIREITA	LIMIAR	0,244
	CORRIGIDO	0,235
ESQUERDA	LIMIAR	0,016
	CORRIGIDO	0,016

TABELA 3 – P-valores obtidos nas comparações entre as porcentagens de presença nos três grupos, em cada combinação de Orelha e Teste na frequência de **4 kHz**

ORELHA	TESTE	P
DIREITA	LIMIAR	0,012
	CORRIGIDO	0,008
ESQUERDA	LIMIAR	0,003
	CORRIGIDO	0,003

Na frequência de 1 kHz (Tabela 1), foi detectada diferença entre as porcentagens de presença de resposta nos três grupos na orelha direita, tanto no PEAAE limiar quanto no corrigido. Nessas condições, a porcentagem de presença de resposta foi de 100% no Controle e de 80% nos outros dois grupos.

Na frequência de 2 kHz (Tabela 2), observamos que houve diferença significativa entre as porcentagens de resposta nos três grupos na orelha esquerda. Prosseguindo a análise, com o objetivo de localizar as diferenças,

verificamos que não houve diferença significativa entre as porcentagens de presença nos grupos Dislexia e TPA(C) ($p=0,706$) e que as porcentagens nesses grupos foram menores do que no Controle ($p=0,004$).

Em 4 kHz, foram detectadas diferenças entre os três grupos em todas as combinações de Teste e Orelha (Tabela 3). Diante desse quadro, buscamos analisar onde se localizavam as diferenças entre os grupos, obtendo:

- Na orelha esquerda, não houve diferença significativa entre as porcentagens de presença de resposta no grupo Dislexia e no TPA(C) ($p=0,336$), e as porcentagens nesses grupos foram inferiores às no Controle ($p=0,001$), tanto no PEAAE limiar quanto no PEAAE corrigido;
- Na orelha direita, não houve diferença significativa entre as porcentagens de presença de resposta no grupo Dislexia e no TPA(C) ($p=0,744$ no PEAAE limiar e $p=1,000$ no Limiar corrigido), e as porcentagens nesses grupos foram inferiores às no Controle ($p=0,003$ no PEAAE limiar e $p=0,002$ no PEAAE corrigido).

DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

Neste capítulo realizamos uma análise crítica dos resultados obtidos neste estudo, a partir de uma discussão sobre a relação entre as variáveis estudadas, a qual será correlacionada com a literatura existente. Para tanto seguimos o seguinte percurso: primeiramente abordamos a caracterização da amostra; em seguida os dados relacionados à avaliação comportamental nos grupos com dislexia e com TPA(C); e, por fim, os resultados do PEAAE. São discutidos também os resultados de cada frequência avaliada no PEAAE isoladamente, comparando-se os limiares da audiometria tonal, do PEAAE limiar e do PEAAE corrigido nos três grupos estudados.

É importante salientar que, quando falamos dos limiares obtidos por meio do PEAAE, estamos nos referindo ao fato de que este potencial, com a frequência de modulação utilizada neste estudo (46 Hz), prioriza avaliar a função do sistema nervoso auditivo central.

6.1 AMOSTRA

Procurou-se distribuir os participantes quanto aos critérios de 'gênero' e 'faixa etária' de forma similar nos três grupos estudados (Quadros 1, 2 e 3).

Os grupos Dislexia e TPA(C) foram assim denominados para facilitar a caracterização da amostra, uma vez que a utilização do termo 'dislexia' ainda é controversa – as denominações utilizadas para os problemas de leitura e escrita nem sempre são as mesmas. Para evitar problemas de caracterização do grupo Dislexia, as crianças pertencentes a ele foram encaminhadas com o diagnóstico concluído da Associação Brasileira de Dislexia (ABD) e do Núcleo de Atendimento Neuropsicológico Infantil Interdisciplinar da Universidade Federal de São Paulo (NANI – UNIFESP).

A avaliação dessas crianças foi realizada por uma equipe multidisciplinar, formada por psicólogo, fonoaudiólogo e psicopedagogo clínico. Essa avaliação tinha também por objetivo verificar a necessidade do parecer de outros profissionais, como neurologista, oftalmologista e outros, conforme o caso. Essa equipe de profissionais verificou todas as possibilidades antes de confirmar ou descartar o diagnóstico de dislexia. Esse tipo de avaliação é chamado avaliação multidisciplinar e de exclusão.

Outros fatores foram descartados nessa avaliação, tais como déficit intelectual, disfunções ou deficiências auditivas periféricas e visuais, lesões cerebrais (congenitas e adquiridas) e transtornos afetivos anteriores ao processo de fracasso escolar.

Para fazer parte desse grupo, os sujeitos também deveriam ter TPA(C) comprovado por meio da avaliação realizada neste estudo. As crianças encaminhadas dos serviços acima citados, que não apresentaram TPA(C), foram excluídas da amostra.

Já as crianças pertencentes ao grupo TPA(C) não apresentaram queixas com relação à leitura, verificadas por meio de anamnese realizada antes das avaliações. Foram excluídas crianças que apresentassem comorbidades, já que estas poderiam dificultar a análise de uma possível relação entre as respostas do PEAAE e a avaliação comportamental do processamento auditivo (central).

A faixa etária das crianças estudadas foi de 7 a 12 anos de idade (Quadros 1 a 3). Esse critério foi utilizado baseando-se no fato de esta ser a faixa etária com grande incidência de queixas relacionadas ao processamento auditivo (central); e no fato da padronização da maioria dos testes utilizados nessa avaliação ser estipulada para crianças acima dos 7 anos.

6.2 AVALIAÇÃO DO PROCESSAMENTO AUDITIVO (CENTRAL)

Na análise da avaliação do processamento auditivo (central), os grupos com dislexia e com TPA(C) foram comparados nos testes Fala com Ruído, Dicótico de Dígitos e Padrão de Frequência. Foi realizada uma análise comparando dois tipos de resultado: 'normal' ou 'alterado'. Os sujeitos do grupo Controle deveriam apresentar resultados na avaliação do processamento auditivo (central) dentro dos padrões de normalidade, por esse motivo não participaram desta análise.

Esses três testes foram escolhidos por serem de fácil entendimento e aplicação nos sujeitos, e por proporcionarem uma diferenciação entre os grupos estudados, além de avaliarem habilidades auditivas diferentes.

No teste de Fala com Ruído (Gráfico 1), os sujeitos do grupo com dislexia apresentaram resultados normais na sua maior parte, fato que não ocorreu no grupo com TPA(C). A probabilidade desse teste ter resultado 'alterado' não foi igual nos dois grupos ($p=0,002$) e foi maior no grupo TPA(C). No teste Dicótico de Dígitos (Gráfico 2), os sujeitos do grupo com TPA(C) também apresentaram maior índice de alteração no teste ($p=0,002$). Os sujeitos com dislexia apresentaram maior índice de alteração no teste de Dicótico de Dígitos quando comparados ao teste de Fala com Ruído. No teste de Padrão de Frequência (Gráfico 3), as probabilidades de ocorrência de resultado 'alterado' foram iguais nos dois grupos ($p=1,00$).

As alterações encontradas indicam, segundo Katz e Ivey (1999), dificuldades na organização de eventos sonoros no tempo, dificuldade na memória auditiva de curto prazo e dificuldade em bloquear sons competitivos. Esses achados corroboram o estudo realizado por Frota em 2003, no qual a autora encontrou uma grande porcentagem de alteração nos testes da avaliação do processamento auditivo (central) em indivíduos com dislexia. Nesse estudo de 2003, a autora verificou um desempenho inferior do grupo de crianças com transtorno de leitura nos testes SSW, Fala com Ruído, Dicótico não verbal nas condições atenção dirigida direita e a esquerda, Padrão de Duração e Padrão de Frequência, quando comparados ao grupo de crianças sem esse transtorno.

Murphy e Schochat (2009) realizaram um estudo no qual analisaram a correlação entre leitura, consciência fonológica e processamento temporal auditivo em crianças brasileiras com dislexia. Esses autores relataram que o grupo de crianças com dislexia apresentou pobre desempenho nos testes de processamento auditivo temporal, embora não tenha sido possível afirmar que esse achado esteja relacionado ao pobre desempenho em tarefas envolvendo leitura ou consciência fonológica.

Tallal (1980) estudou a correlação entre a leitura e o processamento temporal auditivo, e observou um desempenho fraco obtido pelo grupo com transtorno de leitura e escrita. Outros estudos (Talcott et al., 2000; Share et al., 2002) também encontraram relação entre as alterações nos testes que verificam o processamento auditivo (central) e dificuldades em tarefas de leitura e escrita.

Sauer et al. (2006) também encontraram alteração nos testes que avaliam o processamento auditivo (central) em indivíduos com dislexia, quando comparados a indivíduos com desenvolvimento típico. Nesse estudo, observou-se que os indivíduos com dislexia apresentaram diferença estatisticamente significativa em relação ao grupo de crianças com desenvolvimento típico em todos os testes da avaliação do processamento auditivo (central).

Ingelghem et al. (2001) estudaram o processamento temporal em sujeitos com dislexia e indivíduos com desenvolvimento típico, além de terem analisado a relação entre essas variáveis. Os pesquisadores concluíram que os resultados da avaliação do processamento temporal foram estatisticamente

significantes quando relacionados à habilidade de leitura. No referido estudo foram encontradas diferenças significantes, quando comparados os resultados da avaliação temporal dos sujeitos com desenvolvimento típico e dos sujeitos com dislexia. O grupo com dislexia apresentou maior índice de alteração na avaliação temporal do que o grupo Controle. Esses resultados são semelhantes aos encontrados neste presente estudo.

6.3 ANÁLISE DO POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE ESTADO ESTÁVEL

O PEAAE foi realizado nas frequências de 1000, 2000 e 4000 Hz. Não foi realizada a pesquisa em 500 Hz por ser esta uma frequência de difícil captação e por sofrer muita interferência do ruído do ambiente, do sujeito e do equipamento (John et al., 2002; Picton et al., 2005).

Neste presente estudo foi utilizada a frequência de modulação de 46 Hz. Os tons modulados são retificados no ouvido interno de forma independente, gerando componentes espectrais diferenciados que são representados por uma série de picos, correspondentes às frequências de modulação. Esses componentes, que não estão presentes no conteúdo espectral dos estímulos, são usados para acessar a resposta coclear de cada frequência estimulada. Assim, por meio do registro espectral dos eventos eletrofisiológicos evocados pelos tons modulados em amplitude e da utilização de procedimentos

matemáticos na análise das respostas no domínio da frequência, é possível uma identificação clara e objetiva do PEAAE.

Alguns estudos identificaram que os geradores dos PEAAE com frequência de modulação em 40 Hz ficam próximos ao giro supratemporal do córtex auditivo (Hari et al. 1989; Pantev et al. 1993; Gutschalk et al. 1999). Esses geradores são localizados próximos aos geradores do PEAML (Pantev et al. 1993; Yvert et al. 2001) e são úteis para verificar a função do sistema nervoso auditivo central, sendo instrumentos importantes para o diagnóstico do TPA(C). Dessa forma, as respostas obtidas por esse potencial nessa faixa de frequência de modulação indicam atividade de aspectos funcionais do sistema nervoso auditivo central.

Se utilizássemos nesta pesquisa outra frequência de modulação, os resultados obtidos poderiam ser diferentes e talvez não fosse possível correlacionar os dados do PEAAE aos da avaliação do processamento auditivo (central). Isso porque, em frequências de modulação superiores, o PEAAE indica mais fielmente os limiares comportamentais (Herdman et al. 2002).

No presente estudo foi verificado que alguns sujeitos não apresentaram respostas no PEAAE em algumas frequências avaliadas. Nesses casos, o valor considerado na análise foi o máximo permitido pelo equipamento em cada frequência estudada: 90 dB na frequência de 1000 Hz, 87 dB na frequência de 2000 Hz e 84,5 dB na frequência de 4000 Hz.

Verificamos que, em decorrência dessa forma de análise, os valores da média dos resultados do PEAAE ficaram superiores aos encontrados em

outras pesquisas, e isso possivelmente devido a duas hipóteses: como um número considerável de sujeitos não obteve resposta (Anexo G, Tabelas 19, 20 e 21) e foi considerado para efeito de análise estatística os maiores valores possíveis, esse dado pode ter influenciado o resultado final; ou, por serem extremamente escassas as pesquisas envolvendo o PEAAE com a frequência de modulação de 46 Hz, especialmente em crianças, não foi possível uma correlação muito forte com os estudos anteriores. Foi feita então uma nova análise estatística, sendo calculadas novas médias e novos desvios padrões excluindo-se os sujeitos que não obtiveram respostas no PEAAE.

Nas Tabelas 7, 8 e 9 (Anexo G) são demonstrados os valores obtidos considerando os valores máximos em cada frequência, quando não obtida resposta no PEAAE. As Tabelas 10, 11 e 12 (Anexo G) mostram os valores obtidos quando os dados dos sujeitos que não apresentaram resposta no PEAAE foram excluídos. Observamos nessas Tabelas o mesmo padrão de resposta, com os sujeitos do grupo Controle apresentando valores menores no PEAAE limiar e PEAAE corrigido, quando comparados aos sujeitos dos grupos Dislexia e TPA(C). Entretanto, esses valores são mais próximos dos obtidos na pesquisa realizada por Rabelo em 2008.

Estudos do PEAAE em crianças com perda de audição são frequentes (Savio et al., 2001; Firszt et al., 2004; Stroebel et al., 2007). Nesses estudos, os limiares encontrados por meio do PEAAE são muito próximos aos limiares encontrados na audiometria tonal. É possível constatar que nesses trabalhos, onde se objetiva atingir limiar próximo ao limiar comportamental e verificar a audição periférica dos sujeitos, geralmente utiliza-se frequência de modulação

com taxas entre 75 e 110 Hz, que são mais indicadas para esse tipo de pesquisa.

Quando comparamos os limiares comportamentais em crianças com desenvolvimento típico, com TPA(C) e com dislexia (Anexo G, Tabelas 14, 16 e 18), detectamos que as médias dos limiares na audiometria são menores que no PEAAE corrigido e limiar, em todas as frequências avaliadas e nos três grupos estudados. Os resultados descritos neste estudo concordam com os resultados encontrados por Lins e Picton (1995), Lins et al. (1996) e por Maanen e Stapells (2005), nos quais os limiares comportamentais foram sempre menores que os limiares encontrados por meio do PEAAE.

Os limiares encontrados na audiometria foram menores no grupo com dislexia em todas as frequências avaliadas (Anexo G, Tabelas 7, 8 e 9), e não foi encontrado nenhum estudo que corroborasse essa informação, sendo este provavelmente um achado ao acaso, pois todos os sujeitos da pesquisa possuem audição periférica dentro dos padrões de normalidade bilateralmente.

No PEAAE, as médias dos resultados encontrados foram menores no grupo Controle, e as médias dos limiares dos grupos Dislexia e TPA(C) foram próximas. Não houve diferença significativa entre as médias dos limiares no grupo com dislexia e no grupo com TPA(C), e as médias nesses dois grupos foram maiores do que as no grupo Controle, tanto na orelha direita quanto na orelha esquerda (Gráficos 4, 5 e 6). Esses dados podem ser relacionados à diferença encontrada nos testes da avaliação do processamento auditivo (central). Os grupos Dislexia e TPA(C) obtiveram escores inferiores, se

comparados ao grupo Controle na avaliação do processamento auditivo (central). Isso indica uma alteração funcional no SNAC, que pode refletir na diferença dos limiares encontrados no PEAAE, já que a frequência de modulação utilizada neste estudo avalia essas conexões.

Estudos encontrados na literatura consultada correlacionam os limiares comportamentais aos encontrados por meio do PEAAE em indivíduos com lesão no sistema nervoso auditivo central, como os de Shinn (2005). Nesse estudo, a autora usou na pesquisa do PEAAE a velocidade de modulação de 46 Hz, a mesma utilizada no presente estudo. Como resultado, a autora verificou que os indivíduos com lesão no SNAC apresentaram limiares maiores no PEAAE do que na audiometria tonal, obtendo assim uma pobre correlação entre esses resultados.

Rabelo (2008) realizou um estudo no qual comparou os resultados da avaliação do processamento temporal (por meio do teste *gap in noise*) e os limiares do PEAAE em adultos com TPA(C) e em adultos com lesão do lobo temporal. Nesse estudo também foi usada a frequência de modulação de 46 Hz. A autora também verificou um aumento dos limiares do PEAAE no grupo com lesão do SNAC e no grupo com TPA(C), sendo que esse aumento foi maior no grupo com lesão do que no grupo com alteração funcional do processamento temporal.

Na presente pesquisa, na frequência de 1 kHz, não foi identificada diferença estatisticamente significativa entre as médias dos limiares nas duas orelhas na audiometria tonal (Anexo G, Tabela 13). As médias dos resultados dos limiares na audiometria foram inferiores às dos outros testes, e as médias

do PEAAE limiar foram sempre maiores do que as do PEAAE corrigido (Anexo G, Tabela 14). As médias e medianas para a frequência de 1 kHz foram maiores na orelha direita do que na orelha esquerda no PEAAE (Gráfico 4).

Ainda na frequência de 1 kHz, em relação aos resultados nas duas formas de apresentação do PEAAE (limiar e corrigido), foi observado que as médias dos grupos Dislexia e TPA(C) foram maiores do que as do grupo Controle (Anexo G, Tabela 14). No PEAAE limiar, não foi detectada diferença entre as médias no grupo Dislexia e no TPA(C), e esse mesmo padrão de resposta foi obtido no PEAAE corrigido (Anexo G, Tabela 14). Não foram encontrados estudos que indicassem respostas maiores na orelha direita quando comparada à orelha esquerda na pesquisa do PEAAE. Calil (2006) não encontrou, em seu estudo, diferença estatisticamente significativa entre as orelhas no PEAAE, assim como Cone-Wesson et al. (2002) e Picton et al. (2005).

Em relação à frequência de 2 kHz, não foi encontrada diferença entre as médias dos limiares nas duas orelhas na audiometria tonal; contudo nos outros dois testes (PEAAE limiar e PEAAE corrigido) a média dos limiares na orelha direita foi maior do que na orelha esquerda (Anexo G, Tabela 15). A média dos valores de limiares do PEAAE limiar foi maior que a do PEAAE corrigido no grupo Controle, mas esse resultado não foi encontrado nos outros grupos (Dislexia e TPA(C)) (Anexo G, Tabela 16). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os limiares médios dos grupos Dislexia e

TPA(C) nos dois resultados do PEAE (limiar e corrigido), porém esses foram maiores que os encontrados no grupo Controle (Anexo G, Tabela 16).

Com relação às orelhas, não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias dos limiares dos grupos Dislexia e TPA(C), mas as médias desses dois grupos foram maiores que as do grupo Controle nas duas orelhas avaliadas (Anexo G, Tabela 17). Esse padrão de resposta, com limiares maiores no PEAE nos grupos Dislexia e TPA(C), quando comparados aos sujeitos do grupo Controle, persistiu na frequência 4 kHz, conforme pode ser visto a seguir.

A diferença entre os limiares médios nos testes, em 4 kHz, dependeu de cada grupo ($p=0,001$). As médias do PEAE limiar foi maior que a do PEAE corrigido no grupo Controle, porém não foi detectada diferença estatisticamente significativa entre esses testes nos grupos Dislexia e TPA(C) (Anexo G, Tabela 18). A média dos resultados nesse teste foi maior nos dois grupos do que no grupo Controle (Gráfico 12).

A comparação entre os limiares tonais comportamentais e os obtidos por meio do PEAE já foi estudada também por Johnson e Brown (2005). Os autores obtiveram diferenças significantes entre os limiares obtidos por meio da audiometria tonal e os obtidos por meio do PEAE, sendo que os limiares da avaliação comportamental foram menores que os encontrados no PEAE, mesmo em indivíduos audiológicamente normais.

Pudemos observar resultados maiores no PEAE, ainda que não estatisticamente significantes, na frequência de 4000 Hz quando comparados às frequências de 1000 e 2000 Hz (Anexo G, Tabelas 7, 8 e 9). A frequência

de 4000 Hz é a mais difícil de ser analisada, pois as respostas nas frequências altas exigem maior sincronia dos neurônios da via auditiva. Essa maior sincronia está ligada a uma maior velocidade com que precisam ocorrer os disparos neurais, e isso exige muito do sistema auditivo.

Prejuízos no processamento auditivo (central) provocam uma alteração nos disparos dos neurônios na via auditiva. Eles tornam-se menos sincrônicos e acarretam uma inabilidade para gerar respostas em fase com o estímulo recebido. Por esse motivo, alterações no processamento do sinal acústico podem comprometer a amplitude do PEAAE, e, assim, comprometer a detecção da resposta (Stueve, O'Rourke, 2003).

Alguns estudos compararam os limiares encontrados por meio do PEAAE em indivíduos audiológicamente normais, com e sem lesão neurológica (Shinn, 2005; Shinn e Musiek, 2007). Esses autores sugerem que os sujeitos com comprometimento neurológico possuem uma falha na transmissão do estímulo sonoro no decorrer da via auditiva central, e essa dificuldade para responder de maneira sincrônica poderia afetar a obtenção e captação das respostas no PEAAE. Os autores encontraram repostas maiores no PEAAE, quando comparadas às avaliações comportamentais nesses sujeitos. O mesmo raciocínio pode ser feito quando encontramos respostas piores no PEAAE nos grupos Dislexia e TPA(C), pois, apesar dos sujeitos desses grupos não apresentarem lesões neurológicas, eles devem apresentar uma alteração funcional na via auditiva central; o que também pode dificultar a sincronia das respostas e, conseqüentemente, afetar os limiares obtidos por meio do PEAAE.

A diferença entre os limiares tonais comportamentais e os limiares obtidos por meio do PEAAE é muito investigada pela literatura (Lins et al., 1996; Shinn, 2005; Rance e Tomlin, 2006). Johnson e Brown (2005) realizaram um estudo no qual os limiares estimados pelo PEAAE foram piores do que os encontrados por meio da audiometria tonal comportamental em indivíduos com audição normal. No entanto, não foram encontradas na literatura diferenças dos limiares entre as orelhas direita e esquerda no PEAAE, fato que foi verificado neste presente estudo.

Picton et al. (2005) realizaram um estudo no qual indivíduos com neuropatia auditiva apresentaram respostas do PEAAE somente em níveis elevados de sensação auditiva, demonstrando uma fraca correlação com os resultados da audiometria tonal. Esse fato pode estar relacionado à fraca sincronia neural encontrada nos casos de neuropatia auditiva, sendo a dessincronia neural um dos fatores que podem explicar o TPA(C).

Os grupos Dislexia e TPA(C) apresentaram, em números absolutos, limiares maiores no PEAAE que os sujeitos do grupo Controle, sendo que esse aumento pode refletir a disfunção do processamento auditivo (central) apresentada pelos participantes daqueles dois grupos. Essa disfunção provoca um processamento alterado do estímulo sonoro por meio das vias auditivas centrais (Rabelo, 2008). Segundo Ross e Pantev (2004), o PEAAE segue a estrutura temporal do estímulo, e essa pode ser uma explicação para a diferença dos limiares encontrados nos grupos com TPA(C) (grupos Dislexia e TPA(C)), quando comparados ao grupo sem esse transtorno (grupo Controle).

De acordo com Rabelo (2008), prejuízos no processamento temporal auditivo, sejam eles de origem funcional ou lesional, causam uma alteração nessas habilidades que podem ser evidenciadas em testes comportamentais e eletrofisiológicos, exigindo um refinado processamento do sinal acústico ao longo da via auditiva. Desse modo, os disparos tornam-se menos sincrônicos em alguns locais importantes do SNAC, como córtex auditivo primário, e o sistema torna-se menos hábil em gerar respostas em fase com o estímulo recebido, o que também foi percebido neste estudo.

Estudos correlacionando o PEAML às alterações do sistema nervoso auditivo central e ao TPA(C) foram realizados por Schochat et al. em 2004. Nesse estudo foi analisada a resposta do PEAML em três grupos: um grupo de portadores de lesões de sistema nervoso auditivo central, um grupo com indivíduos portadores de TPA(C) e um com indivíduos normais (grupo Controle). Os autores observaram que nos grupos com lesão e com TPA(C) a latência da onda analisada (Pa) foi superior, quando comparada com as latências encontradas no grupo Controle.

Podemos traçar um paralelo entre os resultados do PEAML encontrados no estudo de Schochat et al. (2004) e os achados deste presente estudo com o PEAAEE, já que os geradores desses dois potenciais são próximos e avaliam regiões corticais e subcorticais. Nesta presente pesquisa também foi encontrado um aumento nas respostas (em dB) nos indivíduos dos grupos com TPA(C) e com dislexia (que também apresentavam TPA(C)), quando comparados aos sujeitos do grupo Controle.

Conforme mencionado anteriormente, no presente estudo foi verificado que alguns sujeitos não apresentaram respostas no PEAAE em algumas frequências avaliadas. Observamos, nos Gráficos 13, 14 e 15, que as porcentagens de presença de resposta quando comparadas as variáveis Teste, Grupo e Orelha, nas frequências de 1 kHz, 2 kHz e 4 kHz, foram semelhantes entre si em todas as frequências, grupos e orelhas. As porcentagens de presença de resposta observadas no grupo Controle foram maiores que nos outros dois grupos. O grupo com dislexia apresentou menor porcentagem de presença que os demais grupos na frequência de 2 kHz. Ressaltamos ainda que não foram encontrados estudos comparando a presença e a ausência dos limiares do PEAAE com frequência de modulação de 46 Hz.

Foi detectada diferença entre as porcentagens de presença de resposta nos três grupos na orelha direita na frequência de 1 kHz (Tabela 1), tanto no PEAAE limiar quanto no PEAAE corrigido. Constatamos que houve diferença significativa entre as porcentagens de presença de resposta nos três grupos na frequência de 2 kHz (Tabela 2) na orelha esquerda. Na frequência 4 kHz foram detectadas diferenças entre os três grupos em todas as combinações de Teste e Orelha, como pode ser observado na Tabela 3.

Conforme dito anteriormente, não foram encontrados estudos na literatura que avaliassem a presença ou ausência do PEAAE com a frequência de modulação utilizada neste presente estudo. Outros estudos (Lins et al., 1996; Firszt et al., 2004) que avaliam frequências de modulação mais elevadas (e têm por objetivo encontrar limiares no PEAAE próximos aos

da audiometria comportamental) correlacionam a ausência desse potencial a perdas de audição de grau profundo. Como neste estudo utilizamos frequência de modulação que objetiva verificar aspectos funcionais do SNAC, podemos inferir que a ausência de limiares, verificada principalmente em sujeitos dos grupos Dislexia e TPA(C), e que, por estarem nestes grupos, apresentaram alterações em aspectos funcionais do SNAC, pode indicar uma falta de sincronia neural. Isto poderia acarretar a ausência do PEAAE verificada neste presente estudo, não pelo fato de o sujeito não apresentar audição normal (pois ter audição dentro dos padrões de normalidade foi critério de inclusão), mas sim por apresentar alguma alteração funcional desse sistema.

CONCLUSÕES

7 CONCLUSÕES

Com base na análise dos resultados e considerando os objetivos desta pesquisa, podemos concluir que:

- Os sujeitos do grupo TPA(C) apresentaram resultados piores nos testes de Fala com Ruído e Dicótico de Dígitos do que no grupo Dislexia;
- O teste de Padrão de Frequência apresentou a mesma probabilidade de alteração nos grupos Dislexia e TPA(C);
- Crianças com TPA(C) e dislexia apresentaram limiares, obtidos por meio do PEAAE, maiores do que os obtidos em crianças do grupo Controle;
- Os sujeitos dos grupos Dislexia e TPA(C) apresentaram maior porcentagem de ausência de respostas no PEAAE, quando comparados aos do grupo Controle; e
- Os limiares tonais da audiometria comportamental foram inferiores aos obtidos por meio do PEAAE em todos os grupos estudados.

De forma geral, verificou-se que o PEAAE pode ser mais uma ferramenta útil no diagnóstico de crianças com alterações da função auditiva

central, pois apresentou resultados maiores nos sujeitos com TPA(C) e dislexia do que nos sujeitos do grupo Controle (com desenvolvimento típico).

ANEXOS

8 ANEXOS

ANEXO A – PROTOCOLO DE APROVAÇÃO PELA CAPPESQ

APROVAÇÃO

A Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de 01/08/2007, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº **0033/07**, intitulado: **"POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE ESTADO ESTÁVEL EM CRIANÇAS COM DISLEXIA E COM ALTERAÇÃO DE PROCESSAMENTO AUDITIVO"** apresentado pelo **DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA, FONOAUDIOLOGIA E TERAPIA OCUPACIONAL**, inclusive o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar à CAPPesq, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 196, de 10/10/1996, inciso IX.2, letra "c").

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

Pesquisador (a) Executante: **Mariana Buncana Simões**

CAPPesq, 08 de Agosto de 2007

Prof. Dr. Eduardo Massad
**Presidente da Comissão
de Ética para Análise de
Projetos de Pesquisa**

Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa do HCFMUSP e da FMUSP Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo Rua Ovídio Pires de Campos, 255, 5º andar - CEP 05403-010 - São Paulo - SP Fone: 011 3069 6442 Fax: 011 3069 6492 e-mail: cappesq@hcnet.usp.br / secretariacappesq2@hcnet.usp.br - fe

ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO****I – DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL**

NOME DO PACIENTE:.....

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : SEXO: .M F

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

ENDEREÇO..... Nº..... APTO:.....

BAIRRO:..... CIDADE:.....

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

II – DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA**TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE ESTADO ESTÁVEL EM CRIANÇAS COM DISLEXIA E COM ALTERAÇÃO DE PROCESSAMENTO AUDITIVO****PESQUISADOR: Mariana Buncana Simões – Fonoaudióloga****INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº 14542****UNIDADE DO HCFMUSP: Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional.****AValiação DO RISCO DA PESQUISA: RISCO MÍNIMO****III – INFORMAÇÕES AO PACIENTE**

O senhor (a) está sendo convidado a participar de um estudo que visa avaliar as respostas obtidas pelo Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável e utilizará dois tipos de avaliação: a comportamental, que necessita da resposta verbal do indivíduo, e a eletrofisiológica que não necessita de uma resposta verbal do participante aos testes propostos.

Para verificar se o(a) senhor(a) ouve bem, serão realizados alguns exames como audiometria e imitanciometria. Em seguida, os indivíduos serão distribuídos em três grupos: 1- grupo de pacientes normais sem dificuldades de processamento auditivo, 2- grupo de pacientes com dificuldades de processamento auditivo e 3- grupo de pacientes com dislexia. Além da

audiometria e da imitanciometria, serão realizados testes para avaliação do processamento auditivo: teste de padrão de frequência (diferenciação entre tons agudos e graves em seqüência), teste dicótico de dígitos (repetição de quatro palavras ouvidas) e teste de fala com ruído (repetir palavras ignorando um ruído de fundo). Por fim será realizado um teste eletrofisiológico (Potencial auditivo de estado estável) onde serão ouvidos tons em diferentes frequências, mas o paciente não precisará dar nenhuma resposta verbal, apenas ouvir o estímulo que o computador captará a resposta. Após a avaliação, os resultados obtidos serão apresentados ao paciente. Esses resultados indicam como está a audição do indivíduo e se for necessário serão realizados os encaminhamentos pertinentes.

O (A) senhor(a) terá acesso às informações obtidas a qualquer momento que achar oportuno. Também serão esclarecidas quaisquer dúvidas em relação aos exames realizados. Os dados do estudo serão confidenciais e só serão utilizados na pesquisa mediante a sua autorização, que poderá ser retirada a qualquer momento.

IV – INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.

Profa. Dra Eliane Schochat

Telefone: (11) 30917453

Fonoaudióloga: Mariana Buncana Simões

Telefone: (11) 81464260 ou (11) 30917453

VI – CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Protocolo de Pesquisa.

São Paulo, de de 20 .

Assinatura do sujeito da pesquisa
ou responsável legal

Assinatura do pesquisador
(carimbo ou nome legível)

ANEXO C – ANAMNESE

NOME:

SEXO: D.N.:

IDADE:

RESPONSÁVEL:

ENDEREÇO:

CIDADE:

CEP:

FONE:

DATA DA AVALIAÇÃO:

GESTAÇÃO

Ocorrências durante a gestação () Rubéola () Hemorragia () Fator RH

() Hipertensão () Quedas () Outras. Quais:

DESENVOLVIMENTO MOTOR

Idade da fixação da cabeça

Idade em que começou a andar

ANTECEDENTES PESSOAIS

() Sarampo () Alergia A que _____ () Catapora () Resfriados
freqüentes () Sinusite () Convulsões () Caxumba () Infecção de garganta
() Adenoide () Febres sem explicação () Rubéola () Bronquite () Rinite
() Quedas, traumatismos () Meningite () Pneumonia () Outros

Cirurgias: Hospitalizações:

Fez ou faz algum tipo de tratamento médico ou psicológico:

DESENVOLVIMENTO AUDITIVO

Escuta bem? () Sim () Não

Tem dificuldade de prestar atenção quando alguém está falando?

() Sim () Não

Solicita repetição da informação? () Sim () Não

É? () distraído, () desatento, () impaciente, quando escuta por muito tempo

Tem dificuldade em ouvir e realizar algo ao mesmo tempo?

() Sim () Não

Tem necessidade de pistas visuais para compreender o que foi dito? () Sim () Não

Aumenta o volume da TV ou senta-se próximo a fonte sonora? () Sim () Não

Tem dificuldade em entender fala na presença de ruído? () Sim () Não

Tem dificuldade em realizar instruções e ordens? () Sim () Não

Dificuldade em se lembrar da ordem de acontecimentos ao contar uma história ou descrever um ato? () Sim () Não

Fica estressado em ambientes ruidosos? () Sim () Não

Tem dificuldade em localizar de onde vem o som? () Sim () Não

Entende melhor textos escritos ou desenhados do que textos falados? () Sim () Não

DESENVOLVIMENTO DE LINGUAGEM

Idade em que falou as primeiras palavras

Já apresentou ou apresenta alteração de fala?

Qual?

Realiza ou realizou tratamento fonoaudiológico?

Por quê?

Compreende ordens verbais?

Consegue ser bem compreendido através da fala?

Por quem?

DESENVOLVIMENTO ESCOLAR

Freqüentou escola a partir de qual idade?

Estuda em escola pública ou privada?

Em que série está?

Já repetiu de ano?

Qual série?

Quantas vezes?

Aprende com facilidade?

O professor tem alguma queixa da criança?

Qual?

Demora a realizar as tarefas?

Precisa de ajuda para realizá-las?

Possui queixas relacionadas à leitura?

ANEXO D – PROTOCOLO DE REGISTRO DO TESTE FALA COM RUÍDO**NOME:****D.N.:**

OD

OE

1. Til	Chá
2. Jaz	Dor
3. Rol	Mil
4. Pus	Tom
5. Faz	Zum
6. Gim	Mel
7. Rir	Til
8. Boi	Gim
9. Vai	Dil
10. Mal	Nu
11. Nu	Pus
12. Lhe	Nha
13. Cal	Sul
14. Mil	Jaz
15. Tem	Rol
16. Dil	Tem
17. Dor	Faz
18. Chá	Lhe
19. Zum	Boi
20. Nhá	Cal
21. Cão	Rir
22. Tom	Cão
23. Seis	Ler
24. Ler	Vai
25. Sul	Seis

ANEXO E – PROTOCOLO DE REGISTRO DO TESTE DICÓTICO DE DÍGITOS**NOME:****D.N.:**

D	E
5,4	8,7
4,8	9,7
5,9	8,4
7,4	5,9
9,8	7,5
5,7	9,5
5,8	9,4
4,5	8,9
4,9	7,8
9,5	4,8
4,7	8,5
8,5	4,7
8,9	7,4
7,9	5,8
9,7	4,5
7,8	5,4
7,5	9,8
8,7	4,9
9,4	5,7
8,4	7,9

ANEXO F – PROTOCOLO DE REGISTRO DO TESTE PADRÃO DE FREQUÊNCIA

NOME:

D.N.:

1. GGA
2. GAA
3. AGG
4. AAG
5. AGA
6. GAG
7. GAA
8. GGA
9. AAG
10. AGA
11. GAG
12. AGG
13. AAG
14. GAG
15. AGA
16. GAA
17. AGG
18. GGA
19. AAG
20. GGA
21. GAG
22. AGA
23. GAA
24. AGG
25. GGA
26. AGG
27. GAG
28. GAA
29. AAG
30. AGA

ANEXO G – TABELAS

TABELA 4 – Distribuições de frequências e porcentagens do resultado no teste **Fala com ruído** nos grupos Dislexia e TPA(C)

GRUPO	RESULTADO		TOTAL
	ALTERADO	NORMAL	
DISLEXIA	1	19	20
	5%	95%	100%
TPA (C)	14	6	20
	70%	30%	100%
TOTAL	15	25	40
	37,50%	62,50%	100%

TABELA 5 – Distribuições de frequências e porcentagens do resultado no teste **Dicótico de Dígitos** nos grupos Dislexia e TPA(C)

GRUPO	RESULTADO		TOTAL
	ALTERADO	NORMAL	
DISLEXIA	9	11	20
	45%	55%	100%
TPA(C)	18	2	20
	90%	10%	100%
TOTAL	27	13	40
	67,50%	32,50%	100%

TABELA 6 – Distribuições de frequências e porcentagens do resultado no teste **Padrão de Frequência** nos grupos Dislexia e TPA(C)

GRUPO	RESULTADO		TOTAL
	ALTERADO	NORMAL	
DISLEXIA	19	1	20
	95%	5%	100%
TPA(C)	19	1	20
	95%	5%	100%
TOTAL	38	2	40
	95%	5%	100%

TABELA 7 – Estatísticas descritivas para o Limiar (dB) na Audiometria, PEAAE Limiar e PEAAE Corrigido nos grupos Controle, TPA(C) e Dislexia, orelhas Direita e Esquerda na frequência de **1 kHz**

TESTE	GRUPO	ORELHA	N	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍNIMO	MEDIANA	MÁXIMO
AUDIOMETRIA	CONTROLE	DIREITA	20	5,8	4,7	0	5	15
		ESQUERDA	20	7	3,4	0	7,5	10
		TOTAL	40	6,4	4,1	0	5	15
	DISLEXIA	DIREITA	20	4	3,5	0	5	10
		ESQUERDA	20	4,8	3,8	0	5	10
		TOTAL	40	4,4	3,6	0	5	10
	TPA(C)	DIREITA	20	8,3	4,4	0	7,5	15
		ESQUERDA	20	5,5	3,6	0	5	10
		TOTAL	40	6,9	4,2	0	5	15
PEAAE LIMIAR	CONTROLE	DIREITA	20	51,8	16,1	25	52,5	85
		ESQUERDA	20	46,5	12	20	50	70
		TOTAL	40	49,1	14,3	20	50	85
	DISLEXIA	DIREITA	20	74,3	12,7	50	72,5	90
		ESQUERDA	20	66	12,3	50	65	90
		TOTAL	40	70,1	13	50	70	90
	TPA(C)	DIREITA	20	71,3	18,5	30	75	90
		ESQUERDA	20	70,5	18,6	30	75	90
		TOTAL	40	70,9	18,3	30	75	90
PEAAE CORRIGIDO	CONTROLE	DIREITA	20	37,3	18,6	5	32,5	75
		ESQUERDA	20	31,3	14,1	0	35	60
		TOTAL	40	34,3	16,6	0	35	75
	DISLEXIA	DIREITA	20	66	16,7	35	62,5	90
		ESQUERDA	20	56,3	16,1	35	55	90
		TOTAL	40	61,1	16,9	35	60	90
	TPA(C)	DIREITA	20	62,8	23,2	15	65	90
		ESQUERDA	20	62	22,7	15	65	90
		TOTAL	40	62,4	22,7	15	65	90

TABELA 8 – Estatísticas descritivas para o Limiar (dB) na Audiometria, PEAAE Limiar e PEAAE Corrigido nos grupos Controle, TPA(C) e Dislexia, orelhas Direita e Esquerda na frequência de **2 kHz**

TESTE	GRUPO	ORELHA	N	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍNIMO	MEDIANA	MÁXIMO
AUDIOMETRIA	CONTROLE	DIREITA	20	6,5	3,7	0	5	15
		ESQUERDA	20	4,5	2,8	0	5	10
		TOTAL	40	5,5	3,4	0	5	15
	DISLEXIA	DIREITA	20	3,3	3,4	0	5	10
		ESQUERDA	20	3,3	3,4	0	5	10
		TOTAL	40	3,3	3,3	0	5	10
	TPA(C)	DIREITA	20	5,3	4,7	0	5	15
		ESQUERDA	20	5,8	4,7	0	5	15
		TOTAL	40	5,5	4,6	0	5	15
PEAAE LIMIAR	CONTROLE	DIREITA	20	64,2	13,8	40	65	87
		ESQUERDA	20	55,5	16,5	30	57,5	80
		TOTAL	40	59,9	15,7	30	62,5	87
	DISLEXIA	DIREITA	20	77,9	10,2	55	80	87
		ESQUERDA	20	74,5	11,1	55	75	87
		TOTAL	40	76,2	10,6	55	77,5	87
	TPA(C)	DIREITA	20	74,9	16,5	25	84,75	87
		ESQUERDA	20	73,9	16,3	25	80	87
		TOTAL	40	74,4	16,2	25	80	87
PEAAE CORRIGIDO	CONTROLE	DIREITA	20	53,2	18,3	25	52,5	87
		ESQUERDA	20	42	19,4	15	42,5	70
		TOTAL	40	47,6	19,5	15	50	87
	DISLEXIA	DIREITA	20	72,4	14	45	75	87
		ESQUERDA	20	67,3	14,7	45	65	87
		TOTAL	40	69,8	14,4	45	67,5	87
	TPA(C)	DIREITA	20	68,6	20,1	10	80	87
		ESQUERDA	20	67,7	20	10	75	87
		TOTAL	40	68,1	19,8	10	75	87

TABELA 9 – Estatísticas descritivas para o Limiar (dB) na Audiometria, PEAAE Limiar e PEAAE Corrigido nos grupos Controle, TPA(C) e Dislexia, orelhas Direita e Esquerda na frequência de **4 kHz**

TESTE	GRUPO	ORELHA	N	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍNIMO	MEDIANA	MÁXIMO
AUDIOMETRIA	CONTROLE	DIREITA	20	6,3	4,6	0	5	15
		ESQUERDA	20	4	4,2	0	5	15
		TOTAL	40	5,1	4,5	0	5	15
	DISLEXIA	DIREITA	20	4,5	4,3	0	5	10
		ESQUERDA	20	5	3,6	0	5	15
		TOTAL	40	4,8	3,9	0	5	15
	TPA(C)	DIREITA	20	6,5	4,9	0	5	20
		ESQUERDA	20	6,3	4,8	0	5	15
		TOTAL	40	6,4	4,8	0	5	20
PEAAE LIMIAR	CONTROLE	DIREITA	20	66	16,9	20	70	85
		ESQUERDA	20	67,5	14,2	40	67,5	85
		TOTAL	40	66,7	15,4	20	70	85
	DISLEXIA	DIREITA	20	79,6	7,5	60	84,5	85
		ESQUERDA	20	76,3	9,6	55	79,75	85
		TOTAL	40	77,9	8,7	55	84,5	85
	TPA(C)	DIREITA	20	77,1	11,6	45	84,5	85
		ESQUERDA	20	78,8	11,3	40	84,5	85
		TOTAL	40	77,9	11,3	40	84,5	85
PEAAE CORRIGIDO	CONTROLE	DIREITA	20	50,7	21,4	-5	55	84,5
		ESQUERDA	20	53,2	18	20	52,5	84,5
		TOTAL	40	52	19,6	-5	55	84,5
	DISLEXIA	DIREITA	20	72,1	13,1	45	75	84,5
		ESQUERDA	20	67,3	16,1	35	70	84,5
		TOTAL	40	69,7	14,7	35	75	84,5
	TPA(C)	DIREITA	20	69,3	18	25	75	84,5
		ESQUERDA	20	72,5	17,2	20	79,75	84,5
		TOTAL	40	70,9	17,4	20	75	84,5

TABELA 10 – Estatísticas descritivas para o Limiar (dB) na Audiometria, PEAAE Limiar e PEAAE Corrigido nos grupos Controle, TPA(C) e Dislexia, orelhas Direita e Esquerda na frequência de **1 kHz** (com a exclusão das respostas ausentes)

TESTE	GRUPO	ORELHA	N	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍNIMO	MEDIANA	MÁXIMO
AUDIOMETRIA	CONTROLE	DIREITA	20	5,8	4,7	0	5	15
		ESQUERDA	20	7	3,4	0	7,5	10
	DISLEXIA	DIREITA	20	4	3,5	0	5	10
		ESQUERDA	20	4,8	3,8	0	5	10
	TPA(C)	DIREITA	20	8,3	4,4	0	7,5	15
		ESQUERDA	20	5,5	3,6	0	5	10
PEAAE LIMAR	CONTROLE	DIREITA	20	51,7	16	25	52,5	85
		ESQUERDA	20	46,5	12	20	50	70
	DISLEXIA	DIREITA	16	70,3	11	50	70	90
		ESQUERDA	18	63,3	9,7	50	65	90
	TPA(C)	DIREITA	16	66,6	17,8	30	70	90
		ESQUERDA	19	69,5	18,5	30	70	90
PEAAE CORRIGIDO	CONTROLE	DIREITA	20	37,2	18,6	5	32,5	75
		ESQUERDA	20	31,2	14,1	0	35	60
	DISLEXIA	DIREITA	16	60	12,5	35	60	90
		ESQUERDA	18	52,5	11,9	35	55	90
	TPA(C)	DIREITA	16	55,9	20,8	15	60	90
		ESQUERDA	19	60,5	22,3	15	60	90

TABELA 11 – Estatísticas descritivas para o Limiar (dB) na Audiometria, PEAE Limiar e PEAE Corrigido nos grupos Controle, TPA(C) e Dislexia, orelhas Direita e Esquerda na frequência de 2 kHz (com a exclusão das respostas ausentes)

TESTE	GRUPO	ORELHA	N	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍNIMO	MEDIANA	MÁXIMO
AUDIOMETRIA	CONTROLE	DIREITA	20	6,5	3,7	0	5	15
		ESQUERDA	20	4,5	2,8	0	5	10
	DISLEXIA	DIREITA	20	3,3	3,4	0	5	10
		ESQUERDA	20	3,3	3,4	0	5	10
	TPA(C)	DIREITA	20	5,3	4,7	0	5	15
		ESQUERDA	20	5,8	4,7	0	5	15
PEAE LIMIAR	CONTROLE	DIREITA	18	61,7	12	40	62,5	87
		ESQUERDA	20	55,5	16,7	30	57,5	80
	DISLEXIA	DIREITA	14	73,9	9,8	55	75	87
		ESQUERDA	15	70,3	9,5	55	70	87
	TPA(C)	DIREITA	17	72,7	17	25	80	87
		ESQUERDA	16	70,6	16,7	25	80	87
PEAE CORRIGIDO	CONTROLE	DIREITA	18	49,4	14,9	25	50	87
		ESQUERDA	20	42	19,4	15	42,5	70
	DISLEXIA	DIREITA	14	66,1	11,9	45	65	87
		ESQUERDA	15	60,7	10,3	45	60	87
	TPA(C)	DIREITA	17	65,3	20,1	10	75	87
		ESQUERDA	16	62,8	19,6	10	72,5	87

TABELA 12 – Estatísticas descritivas para o Limiar (dB) na Audiometria, PEAE Limiar e PEAE Corrigido nos grupos Controle, TPA(C) e Dislexia, orelhas Direita e Esquerda na frequência de 4 kHz (com a exclusão das respostas ausentes)

TESTE	GRUPO	ORELHA	N	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍNIMO	MEDIANA	MÁXIMO
AUDIOMETRIA	CONTROLE	DIREITA	20	6,3	4,6	0	5	15
		ESQUERDA	20	4	4,2	0	5	15
	DISLEXIA	DIREITA	20	4,5	4,3	0	5	10
		ESQUERDA	20	5	3,6	0	5	15
	TPA(C)	DIREITA	20	6,5	4,9	0	5	20
		ESQUERDA	20	6,3	4,8	0	5	15
PEAE LIMIAR	CONTROLE	DIREITA	19	65	16,7	20	70	85
		ESQUERDA	19	66,6	13,9	40	70	85
	DISLEXIA	DIREITA	12	76,2	8,3	60	75	85
		ESQUERDA	13	72,9	9,2	55	70	85
	TPA(C)	DIREITA	13	73	12,8	45	75	85
		ESQUERDA	10	73	13,9	40	80	85
PEAE CORRIGIDO	CONTROLE	DIREITA	19	40,9	20,4	-5	55	84,5
		ESQUERDA	19	51,6	16,9	20	50	84,5
	DISLEXIA	DIREITA	12	63,7	10,5	45	62,5	84,5
		ESQUERDA	13	58	12	35	55	84,5
	TPA(C)	DIREITA	13	59,2	16,6	25	65	84,5
		ESQUERDA	10	60,5	12,4	20	70	84,5

TABELA 13 – P-valores obtidos na comparação das médias dos limiares nas duas orelhas em cada teste e na comparação do testes em cada orelha - **1 kHz**

COMPARAÇÃO	P
DIREITA X ESQUERDA – AUDIO	>0,999
DIREITA X ESQUERDA – PEAE LIMIAR	0,044
DIREITA X ESQUERDA – PEAE CORRIGIDO	0,014
AUDIO X PEAE LIMIAR – DIREITA	0
AUDIO X PEAE LIMIAR – ESQUERDA	0
AUDIO X PEAE CORRIGIDO – DIREITA	0
AUDIO X PEAE CORRIGIDO – ESQUERDA	0
PEAE LIMIAR X PEAE CORRIGIDO – DIREITA	0
PEAE LIMIAR X PEAE CORRIGIDO – ESQUERDA	0

TABELA 14 – P-valores obtidos na comparação das médias dos limiares nos três grupos em cada teste e na comparação do testes em cada grupo - **1 kHz**

COMPARAÇÃO	P
AUDIO X LIMIAR – CONTROLE	0
AUDIO X LIMIAR – DISLEXIA	0
AUDIO X LIMIAR – TPA(C)	0
LIMIAR X CORRIGIDO – CONTROLE	0,005
LIMIAR X CORRIGIDO – DISLEXIA	0,282
LIMIAR X CORRIGIDO – TPA(C)	0,374
AUDIO X CORRIGIDO – CONTROLE	0
AUDIO X CORRIGIDO - DISLEXIA	0
AUDIO X CORRIGIDO – TPA(C)	0
CONTROLE X DISLEXIA – AUDIO	>0,999
CONTROLE X DISLEXIA – LIMIAR	0
CONTROLE X DISLEXIA – CORRIGIDO	0
CONTROLE X TPA(C) – AUDIO	>0,999
CONTROLE X TPA(C) – LIMIAR	0
CONTROLE X TPA(C) – CORRIGIDO	0
DISLEXIA X TPA(C) – AUDIO	>0,999
DISLEXIA X TPA(C) – LIMIAR	>0,999
DISLEXIA X TPA(C) – CORRIGIDO	>0,999

TABELA 15 – P-valores obtidos na comparação das médias dos limiares nas duas orelhas em cada teste e na comparação do testes em cada orelha - **2 kHz**

COMPARAÇÃO	P
DIREITA X ESQUERDA – AUDIO	>0,999
DIREITA X ESQUERDA – PEAE LIMIAR	0,028
DIREITA X ESQUERDA – PEAE CORRIGIDO	0,002
AUDIO X PEAE LIMIAR – DIREITA	0
AUDIO X PEAE LIMIAR – ESQUERDA	0
AUDIO X PEAE CORRIGIDO – DIREITA	0
AUDIO X PEAE CORRIGIDO – ESQUERDA	0
PEAE LIMIAR X PEAE CORRIGIDO – DIREITA	0
PEAE LIMIAR X PEAE CORRIGIDO – ESQUERDA	0

TABELA 16 – P-valores obtidos na comparação das médias dos limiares nos três grupos em cada teste e na comparação do testes em cada grupo - **2 kHz**

COMPARAÇÃO	P
AUDIO X PEAE LIMIAR – CONTROLE	0
AUDIO X PEAE LIMIAR – DISLEXIA	0
AUDIO X PEAE LIMIAR – TPA(C)	0
PEAE LIMIAR X PEAE CORRIGIDO – CONTROLE	0,028
PEAE LIMIAR X PEAE CORRIGIDO – DISLEXIA	>0,999
PEAE LIMIAR X PEAE CORRIGIDO – TPA(C)	>0,999
AUDIO X PEAE CORRIGIDO – CONTROLE	0
AUDIO X PEAE CORRIGIDO – DISLEXIA	0
AUDIO X PEAE CORRIGIDO – TPA(C)	0
CONTROLE X DISLEXIA – AUDIO	>0,999
CONTROLE X DISLEXIA – PEAE LIMIAR	0,001
CONTROLE X DISLEXIA – PEAE CORRIGIDO	0
CONTROLE X TPA(C) – AUDIO	>0,999
CONTROLE X TPA(C) – PEAE LIMIAR	0,005
CONTROLE X TPA(C) – PEAE CORRIGIDO	0
DISLEXIA X TPA(C) – AUDIO	>0,999
DISLEXIA X TPA(C) – PEAE LIMIAR	>0,999
DISLEXIA X TPA(C) – PEAE CORRIGIDO	>0,999

TABELA 17 – P-valores obtidos na comparação das médias dos limiares nas duas orelhas em cada grupo e na comparação dos grupos em cada orelha - **2 kHz**

COMPARAÇÃO	P
DIREITA X ESQUERDA – CONTROLE	0,001
DIREITA X ESQUERDA – DISLEXIA	0,598
DIREITA X ESQUERDA – TPA(C)	>0,999
CONTROLE X DISLEXIA – DIREITA	0
CONTROLE X TPA(C) – DIREITA	0
DISLEXIA X TPA(C) – DIREITA	>0,999
CONTROLE X DISLEXIA – ESQUERDA	0
CONTROLE X TPA(C) – ESQUERDA	0
DISLEXIA X TPA(C) – ESQUERDA	>0,999

TABELA 18 – P-valores obtidos na comparação das médias dos limiares nos três grupos em cada teste e na comparação do testes em cada grupo - **4 kHz**

COMPARAÇÃO	P
AUDIO X PEAAE LIMAR – CONTROLE	0
AUDIO X PEAAE LIMAR – DISLEXIA	0
AUDIO X PEAAE LIMAR – TPA(C)	0
PEAAE LIMAR X PEAAE CORRIGIDO – CONTROLE	0,001
PEAAE LIMAR X PEAAE CORRIGIDO – DISLEXIA	0,239
PEAAE LIMAR X PEAAE CORRIGIDO – TPA(C)	0,525
AUDIO X PEAAE CORRIGIDO – CONTROLE	0
AUDIO X PEAAE CORRIGIDO – DISLEXIA	0
AUDIO X PEAAE CORRIGIDO – TPA(C)	0
CONTROLE X DISLEXIA – AUDIO	>0,999
CONTROLE X DISLEXIA – PEAAE LIMAR	0,027
CONTROLE X DISLEXIA – PEAAE CORRIGIDO	0
CONTROLE X TPA(C) – AUDIO	>0,999
CONTROLE X TPA(C) – PEAAE LIMAR	0,028
CONTROLE X TPA(C) – PEAAE CORRIGIDO	0
DISLEXIA X TPA(C) – AUDIO	>0,999
DISLEXIA X TPA(C) – PEAAE LIMAR	>0,999
DISLEXIA X TPA(C) – PEAAE CORRIGIDO	>0,999

TABELA 19 – Porcentagens de presença de resposta por Teste, Grupo e Orelha na frequência de **1 kHz**

TESTE	GRUPO	ORELHA	% PRESENÇA
PEAEE LIMAR	CONTROLE	DIREITA	100
		ESQUERDA	100
	DISLEXIA	DIREITA	80
		ESQUERDA	90
	TPA(C)	DIREITA	80
		ESQUERDA	95
PEAEE CORRIGIDO	CONTROLE	DIREITA	100
		ESQUERDA	100
	DISLEXIA	DIREITA	80
		ESQUERDA	90
	TPA(C)	DIREITA	80
		ESQUERDA	95

TABELA 20 – Porcentagens de presença de resposta por Teste, Grupo e Orelha na frequência de **2 kHz**

TESTE	GRUPO	ORELHA	% PRESENÇA
PEAEE LIMAR	CONTROLE	DIREITA	90
		ESQUERDA	100
	DISLEXIA	DIREITA	70
		ESQUERDA	75
	TPA(C)	DIREITA	85
		ESQUERDA	80
PEAEE CORRIGIDO	CONTROLE	DIREITA	90
		ESQUERDA	100
	DISLEXIA	DIREITA	70
		ESQUERDA	75
	TPA(C)	DIREITA	85
		ESQUERDA	80

TABELA 21 – Porcentagens de presença de resposta por Teste, Grupo e Orelha na frequência de **4 kHz**

TESTE	GRUPO	ORELHA	% PRESENÇA
PEAEE LIMAR	CONTROLE	DIREITA	95
		ESQUERDA	95
	DISLEXIA	DIREITA	60
		ESQUERDA	65
	TPA(C)	DIREITA	65
		ESQUERDA	50
PEAEE CORRIGIDO	CONTROLE	DIREITA	95
		ESQUERDA	95
	DISLEXIA	DIREITA	60
		ESQUERDA	65
	TPA(C)	DIREITA	65
		ESQUERDA	50

TABELA 22 – P-valores obtidos nas comparações entre as porcentagens de presença nas duas orelhas em cada combinação de teste e grupo na frequência de **1 kHz**

TESTE	GRUPO	P
PEAEE LIMAR	CONTROLE	1
	DISLEXIA	0,687
	TPA(C)	0,25
PEAEE CORRIGIDO	CONTROLE	1
	DISLEXIA	0,687
	TPA(C)	0,25

TABELA 23 – P-valores obtidos nas comparações entre as porcentagens de presença nas duas orelhas em cada combinação de teste e grupo na frequência de **2 kHz**

TESTE	GRUPO	P
PEAEE LIMAR	CONTROLE	1
	DISLEXIA	>0,999
	TPA(C)	>0,999
PEAEE CORRIGIDO	CONTROLE	1
	DISLEXIA	>0,999
	TPA(C)	>0,999

Tabela 24 – P-valores obtidos nas comparações entre as porcentagens de presença nas duas orelhas em cada combinação de teste e grupo na frequência de **4 kHz**

TESTE	GRUPO	P
PEAEE LIMAR	CONTROLE	1
	DISLEXIA	>0,999
	TPA(C)	0,453
PEAEE CORRIGIDO	CONTROLE	1
	DISLEXIA	>0,999
	TPA(C)	0,727

TABELA 25 – P-valores obtidos nas comparações entre as porcentagens de presença nos dois testes em cada combinação de orelha e grupo na frequência de **1 kHz**

ORELHA	GRUPO	P
DIREITA	CONTROLE	1
	DISLEXIA	1
	TPA(C)	1
ESQUERDA	CONTROLE	1
	DISLEXIA	1
	TPA(C)	1

TABELA 26 – P-valores obtidos nas comparações entre as porcentagens de presença nos dois testes em cada combinação de orelha e grupo na frequência de **2 kHz**

ORELHA	GRUPO	P
DIREITA	CONTROLE	1
	DISLEXIA	1
	TPA(C)	1
ESQUERDA	CONTROLE	1
	DISLEXIA	1
	TPA(C)	1

TABELA 27 – P-valores obtidos nas comparações entre as porcentagens de presença nos dois testes em cada combinação de orelha e grupo na frequência de **4 kHz**

ORELHA	GRUPO	P
DIREITA	CONTROLE	1
	DISLEXIA	1
	TPA(C)	>0,999
ESQUERDA	CONTROLE	1
	DISLEXIA	1
	TPA(C)	1

REFERÊNCIAS

9 REFERÊNCIAS

Agresti, A. *Categorical data analysis*. New York: John Wiley & Sons; 1990.

American National Standards Institute (ANSI). *Specification of audiometers (S3.6)*. New York: ANSI; 1969.

American National Standards Institute (ANSI). *Specification for instruments to measure aural acoustic impedance and admittance (S3.6)*. New York: ANSI; 1989.

American National Standards Institute (ANSI). *Maximum permissible ambient noise for audiometric testing (S3.1)*. New York; ANSI S3.1: 1991.

Aoyagi M, Kiren T, Furuse H, Fuse T, Susuki Y, Yokata M, Koike Y. Pure tone threshold prediction by 80-Hz amplitude-modulation following response. *Acta Otolaryngol Suppl*. 1994;(511):7-14.

Arehole S, Augustine L, Shimhadri R. Middle latency response in children with learning disabilities: preliminary findings. *J Commun Disord*. 1996;28(1):21-38.

American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) (2005). *(Central) Auditory Processing Disorders* [Technical Report]. Available from: http://www.asha.org/NR/rdonlyres/8404EA5B-8710-4636-B8C4-8A292E0761E0/0/v2TR_CAPD.pdf.

Barajas JJ, Zenker F. Potenciales evocados auditivos continuos. *Auditio: Revista electrónica de audiolología*. 2002;1(2):20-4.

Budinger E, Scheich H. Functional organization of auditory cortex in the Mongolian gerbil (*Meriones unguiculatus*). IV: Connections with anatomically characterized subcortical structures. *Eur J Neurosci*. 2000;12(7):2452-74.

Bussab WO, Morettin PA. *Estatística básica*. 5a ed. São Paulo: Ed. Saraiva; 2002.

Calil DB. *Achados dos potenciais evocados auditivos de estado estável em crianças ouvintes e crianças portadoras de deficiência auditiva neurossensorial* [dissertação]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica; 2006.

Calil D, Lewis DR, Fiorini AC. Achados dos potenciais evocados auditivos de estado estável em crianças ouvintes. *Distúrbios da Comunicação* (São Paulo). 2006;18(3): 391-401.

Canale A, Lacilla M, Cavalot AL, Albera R. Auditory steady state response and clinical applications. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2006;263:499-503.

Capellini SA, Ciasca SM. Eficácia do programa de treinamento com a consciência fonológica em crianças com distúrbio específico de leitura e escrita e distúrbio de aprendizagem. *Temas Desenvolv*. 2000;9(52):4-10.

Capellini SA, Germano GD, Cardoso ACV. Relação entre habilidades auditivas e fonológicas em crianças com dislexia do desenvolvimento. *Psicol esc educ*. 2008;12(1):235-53.

Castro SMC, Salgado CA, Andrade FP, Ciasca SM, Carvalho KMM. Visual control in children with developmental dyslexia. *Arq Bras Oftalmol*. 2008;71(6):837-40.

Chermak GD, Musiek FE. Auditory training: principles and approaches for remediating and managing auditory processing disorders. *Semin Hear*. 2002;23(4):297-308.

Cone-Wesson B, Dowell RC, Tomlim D, Rance G, Ming WJ. The auditory steady-state response: comparisons with the auditory brainstem response. *J Am Acad Audiol*. 2002;13:173-87.

Corina D, Richards T, Serafini S, Richards AL, Steury K, Abbot RD. fMRI auditory language differences between dyslexic and able reading children. *Neuroreport*. 2001;12:1195-201.

Costamilan CM. *Processamento auditivo em escolares: um estudo longitudinal* [tese]. Rio Grande do Sul: Universidade de Santa Maria; 2004.

American Psychiatric Association (APA). *DSM-IV-TR: manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais*. 4a ed. Porto Alegre: Artes Médicas; 2002.

Duarte JL, Alvarenga KF, Garcia TM, Costa Filho OA, Lins OG. A resposta auditiva de estado estável na avaliação auditiva: aplicação clínica. *Pró-Fono*. 2008 abr./jun.;20(2):105-10.

Fellipe ACN, Colafêmina JF. Avaliação simplificada do processamento auditivo e o desempenho em tarefas de leitura-escrita. *Pró-fono*. 2002;14(2):225-34.

Ferraz OB, Freitas SV, Marchiori LLM. Análise das respostas obtidas por potenciais evocados auditivos de estado estável em indivíduos normais. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2002;68(4):480-86.

Firszt JB, Gaggl W, Runge-Samuelson CL, Burg LS, Wackym A. Auditory sensitivity in children using the auditory steady-state response. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2004;130(5):536-40.

Frith, U. Beneath the surface of developmental dyslexia. In: Patterson J, Marshall G, Coltheart M, editors. *Surface dyslexia: neuropsychological and cognitive analyses of phonological reading*. London: Lawrence Erlbaum; 1985. p.301-30.

Frota SMMC. *Estudo do processamento auditivo em crianças com e sem transtornos específicos de leitura e escrita* [tese]. São Paulo: Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo; 2003.

Galaburda AM, Kemper TL. Cytoarchitectonic abnormalities in developmental dyslexia: a case study. *Ann Neurol.* 1979; 6(2):94-100.

Galambos R, Makeig S, Talmachoff P. A 40-Hz auditory potential recorded from the human scalp. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1981;78(4):2643-47.

Gorman, C, Cuadros P, Land G, Scully S, Song S. The new science of dyslexia. *Time.* 2003 July 28:52-59.

Gutschalk A, Mase R, Roth R, Ille N, Rupp A, Hahnel S, Picton TW, Scherg M. Deconvolution of 40 Hz steady-state fields reveals two overlapping source activities of the human auditory cortex. *Clin Neurophysiol.* 1999;110(5):856-68.

Hari R, Hämäläinen M, Joutsiniemi SL. Neuromagnetic steady-state responses to auditory stimuli. *J Acoust Soc Am.* 1989;86(3):1033-39.

Herdman AT, Lins O, Roon PV, Stapells DR, Scherg M, Picton TW. Intracerebral sources of human auditory steady-state responses. *Brain Topography.* 2002;15(2):69-86.

Hohnen B, Stevenson J. The structure of genetic influences on general cognitive, language, phonological, and reading abilities. *Dev Psychol.* 1999;35(2):590-603.

Hugdahl K, Heiervang E, Nordby H, Smievoll AI, Steinmetz H, Stevenson J, Lund A. Central auditory processing, MRI morphometry and brain laterality: applications to dyslexia. *Scand Audiol Suppl.* 1998;49:26-34.

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

Ingelghem MV, Wieringen A, Wouters J, Vendenbussche E, Onghena P, Ghesquiere P. Psychophysical evidence for a general temporal processing deficit in children with dyslexia. *Neuroreport.* 2001;12(16):3603-7.

Jasper HA. The ten-twenty system of the International Federation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1958;10:371-75.

Jerger J, Thibodeau L, Martin J, Mehta J, Tillman G, Greenwald R, Britt L, Scott J, Overson G. Behavioral and Electrophysiologic Evidence of Auditory Processing Disorder: a Twin Study. *J Am Acad Audiol*. 2002;13(8):438-60.

John MS, Purcell DW, Dimitrijevic A, Picton TW. Advantages and caveats when recording steady-state response to multiple simultaneous stimuli. *J Am Acad Audiol*. 2002;13(5):246-59.

Johnson TA, Brown CJ. Threshold prediction using the auditory steady-state response and the tone burst auditory brainstem response: a within-subject comparison. *Ear Hear*. 2005;26:559-76.

Katz J, Ivey RG. *Tratado de audiologia clínica*. São Paulo: Manole; 1999.

Kujala T, Myllyviita K, Tervaniemi T, Alho K, Näätänen JKR. Basic auditory dysfunction in dyslexia as demonstrated by brain activity measurements. *Psychophysiology*. 2000;37(2):262-66.

Leite RA, Stivanin L, Oliveira CCC, Rondina C, Matas CG, Scheuer CI. Funcionamento da via auditiva e da linguagem em gêmeas monozigóticas com características de mutismo seletivo. *Rev Neurociências*. 2005;13(2):74-9.

Linden RD, Picton TW, Hamel G, Campbell KB. Human auditory steady-state evoked potentials during selective attention. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1987;66:145-59.

Lins OG, Picton TW. Auditory steady state responses to multiple simultaneous stimuli. *Electroenceph Clin Neurophysiol*. 1995;96:420-32.

Lins OG, Picton TW, Boucher BL, Durieux-Smith A, Champagne SC, Moran LM, Perez-Abalo MC, Martin V, Savio G. Frequency-Specific audiometry using steady-state responses. *Ear Hear*. 1996;17:81-96.

Maanen AV, Stapells DR. Comparison of multiple auditory steady-state responses (80 versus 40 Hz) and slow cortical potentials for threshold estimation in hearing-impaired adults. *Int J Audiol*. 2005;44(11):613-24.

Murphy CFB, Schochat E. How auditory temporal processing deficits relate with dyslexia. *Braz J Med Biol Res*. 2009;42:647-54.

Musiek FE. Frequency (pitch) and duration patterns tests. *J Am Acad Audiol*. 1994;5:265-8.

Nunes T, Buarque L, Bryant P. *Dificuldades na aprendizagem da leitura: teoria e prática*. São Paulo: Cortez; 2001.

Pantev C, Elbert T, Makeig S, Hampson S, Eulitz C, Hoke M. Relationship of transient and steady-state auditory evoked fields. *Electroenceph Clin Neurophysiol*. 1993;88:389-96.

Parker D, O'Dwyer D. The 40 Hz modulation-following response: prediction of low-frequency uncomfortable loudness levels in normally hearing adults. *Int J Audiol*. 1998;37(6):372-81.

Pennington BF. *Diagnóstico de distúrbios de aprendizagem: um referencial neuropsicológico*. São Paulo: Editora Pioneira; 1997.

Pereira LD. Processamento auditivo central: abordagem passo a passo. In: Pereira LD, Schochat E, organizadores. *Processamento auditivo central: manual de avaliação*. São Paulo: Lovise; 1997. p.49-59.

Pereira LD, Santos MFC. Escuta com dígitos. In: *Processamento auditivo central: manual de avaliação*. São Paulo: Lovise; 1997. p.147-50.

Pereira LD, Schochat E. *Processamento auditivo central: manual de avaliação*. São Paulo: Lovise; 1997. p.99-138.

Picton TW, John MS, Dimitrijevic A, Purcell DW. Estimating audiometric thresholds using auditory steady-state responses. *J Am Acad Audiol*. 2005;16:140-56.

Rabelo CM. *Avaliação eletrofisiológica e comportamental do processamento temporal* [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2008.

Rance G, Tomlin D. Maturation of auditory steady-state response in normal babies. *Ear Hear*. 2006;27:20-9.

Regan D. *Human brain electrophysiology: evoked potentials and evoked magnetic fields in science and medicine* (hardcover). New York: Elsevier; 1989.

Rego LLB, Dubeux MH. Resultados de uma intervenção pedagógica no pré-escolar e no primeiro grau menor. In: Buarque LL, Rego LLB, organizadores. *Alfabetização e construtivismo: teoria e prática*. Recife: Editora Universitária da UFPE; 1994. (Série Estudos Universitários).

Rickards FW, Clark GM. Steady-state evoked potentials to amplitude-modulated tones. In: Richard HN, Barber C. *Evoked Potentials 2*. Boston: Bullerworth Publishers; 1984. p.163-68.

Rickards FW, Tan LE, Cohen LT, Wilson OJ, Drew JH, Clark GM. Auditory steady-state evoked potentials in newborns. *Br J Audiol*. 1994;28:237-337.

Ross B, Pantev C. Auditory steady-state response reveal amplitude modulation gap detection thresholds. *J Acoust Soc Am*. 2004;115(5):2193-206.

Rumsey J, Nace K, Donohue B, Wise D, Maisog J, Andreason A. A positron emission tomographic study of impaired word recognition and phonological processing in dyslexic men. *Arch Neurol*. 1997;54(5):562-73.

Russo ICP. *Acústica e psicoacústica aplicadas à fonoaudiologia*. São Paulo: Lovise; 1999. Cap.16.

Santarelli R, Conti G. Generation of auditory steady-state responses: linearity assessment. *Scand Audiol*. 1999;29(51):23-32.

Sauer LO, Pereira LD, Ciasca SM, Pestun M, Guerreiro MM. Processamento auditivo e SPECT em crianças com dislexia. *Arq Neuropsiquiatr*. 2006;64(1):108-11.

Savio G, Cárdenas J, Pérez-Abalo M, González A, Valdés J. The low and high frequency auditory steady state responses mature at different rates. *Audiol Neurotol*. 2001;6(5):279-87.

Schirmer CR, Fontoura DR, Nunes ML. Distúrbios da aquisição da linguagem e da aprendizagem. *J Pediatr* (Rio de Janeiro). 2004;80(2 Supl):S95-S103.

Schochat E, Rabelo C M, Loreti RCA. Sensitividade e especificidade do potencial de média latência. *Rev Bras otorrinolaringol*. 2004;70(3):353-58.

Seki A, Koeda T, Sugihara S, Kamba M, Hirata Y, Ogawa T, Takeshita K. A functional magnetic resonance imaging study during sentence reading in Japanese dyslexic children. *Brain Dev*. 2001;23:312-16.

Share D, Jorm AF, MacLean R, Matthews R. Temporal processing and reading disabilities. *Reading Writing: Interdisciplinary J*. 2002;15:151-78.

Shinn JB. *The auditory steady state response in individuals with neurological insult of the central auditory nervous system* [tese]. Connecticut: University of Connecticut; 2005.

Shinn JB, Musiek FE. The auditory steady state response in individuals with neurological insult of the central auditory nervous system. *J Am Acad Audiol*. 2007; 18(10):826-45.

Shiota M, Koeda T, Takeshita K. Cognitive and neurophysiological evaluation of Japanese dyslexia. *Brain Dev.* 2000;22(7):421-26.

Sininger YS, Cone-Wesson B. Threshold prediction using auditory brainstem response and steady-state evoked potentials with infants and young children. In: Katz J. *Handbook of clinical audiology*. Baltimore: Lippincott Williams and Wilkens; 2002. p.298-322.

Stapells DR, Galambos R, Costello JA, Makeig S. Inconsistency of auditory middle latency and steady-state responses in infants. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1988 July/Aug.;71(4):289-95.

Sternberg RJ, Grigorenko EL. *Crianças rotuladas: o que é necessário saber sobre as dificuldades de aprendizagem*. Porto Alegre: Artes Médicas; 2003.

Stroebe D; Swanepoel de W; Groenewald E. Aided auditory steady-state responses in infants. *Int J Audiol.* 2007;46(6):287-92.

Stueve MP, O'Rourke C. Estimation of hearing loss in children: comparison of auditory steady state response, auditory brainstem response and behavioral test methods. *Am J Audiol.* 2003;12(2):125-36.

Tallal P. Auditory temporal perception, phonics and reading disabilities in children. *Brain Lang.* 1980;9(2):182-98.

Talcott JB, Witton C, McLean MF, Hansen PC, Rees A, Green GGR, Stein JF. Dynamic sensory sensitivity and children's word decoding skills. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2000;97(6):2952-57.

Valdés JL, Perez-Abalo MC, Martin V, Savio G, Sierra C, Rodriguez E, Lins O. Comparison of statistical indicators for the automatic detection of 80 Hz auditory steady state responses. *Ear Hear.* 1997;18(5):420-29.

Welsh L, Welsh J, Cooper B. Cortical, subcortical and brainstem dysfunction: correlation in dyslexic children. *Ann Otol Rhino Laryngol.* 1982;91:310-15.

Winer BJ, Brown DR, Michels KM. *Statistical principles in experimental design*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill; 1991.

World Health Organization. *ICD-10: the international classification of diseases*. Geneva: World Health Organization; 1993.

Yvert B, Crouzeix A, Bertrand O, Seither-Preisler A, Pantev C. Multiple supratemporal sources of magnetic and electric auditory evoked middle latency components in humans. *Cereb Cortex*. 2001;11(5):411-23.