Juliana Casseb Oliveira

**Processamento auditivo (central) em crianças com
dislexia: avaliação comportamental e eletrofisiológica**

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

Programa de: Ciências da Reabilitação
Área de concentração: Comunicação Humana
Orientadora: Profa. Dra. Eliane Schochat

São Paulo

2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

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

©reprodução autorizada pelo autor

Oliveira, Juliana Casseb

Processamento auditivo (central) em crianças com dislexia : avaliação comportamental e eletrofisiológica / Juliana Casseb Oliveira. -- São Paulo, 2011.

Dissertação(mestrado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Programa de Ciências da Reabilitação. Área de concentração: Comunicação Humana.

Orientadora: Eliane Schochat.

Descritores: 1.Processamento auditivo central 2.Eletrofisiologia 3.Potenciais evocados auditivos 4.Dislexia 5.Criança 6.Testes auditivos 7.Percepção auditiva

USP/FM/DBD-389/11

DEDICATÓRIA

Aos meus pais **Emanuel e Flora**,
por todo apoio, amor e carinho que me
dedicaram durante a toda a vida.
Vocês são essenciais em todas as minhas conquistas.

Aos meus avós **Tufique** (em nosso corações) e **Aparecida**
e **Francisco e Juventina** (em nossos corações)
pelo amor e lições de vida transmitidas.

AGRADECIMENTOS

À Profa. **Dra. Eliane Schochat**, minha querida orientadora, pelo conhecimento compartilhado, por sua competência e dedicação que tanto contribuíram para a minha formação profissional e acadêmica. Obrigada pela paciência e por acreditar em mim.

Às Professoras, **Dra Carla Gentile Matas, Dra Alessandra Giannella Samelli e Dra Ivone Ferreira Neves**, por terem participado do exame de qualificação e por contribuírem para a realização deste trabalho com preciosos comentários.

À querida **Renata Alonso**, pelo apoio, competência, companheirismo, grande ajuda e principalmente pela amizade.

Às fonoaudiólogas e amigas **Ivone, Camila, Cristina, Renata Filippini, Caroline, Tatiane e Janaína** por todo apoio e troca de experiências.

Às minhas grandes amigas **Renata Alonso, Mariana Simões, Renata Santos, Gabriela, Mariana Gulizia, Bruna, Priscila, Alessandra e Flávia** pelas palavras de incentivo e por estarem sempre ao meu lado.

Ao meu irmão **Fábio**, pelo apoio e compreensão.

Aos meus primos **Christiane e Marcelo**, pela amizade eterna.

Às crianças da minha vida **Fabinho, Luana e Clara**, pelos momentos de alegria.

Às minhas tias **Rose e Jussara**, pelo apoio nas horas difíceis.

À fonoaudióloga **Monica Fragoso**, por todo conhecimento compartilhado e por confiar no meu potencial.

À Profa **Denise Botter**, pela análise estatística desse estudo.

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

Às secretárias da pós-graduação, **Beatriz e Ana**, pela dedicação e presença nos momentos de dúvida.

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

Às fonoaudiólogas companheiras de trabalho e amigas **Rosana, Renata Müller, Luana, Jeziela, Renata Rezende, Mariana, Celina e Renata Santos**, pela ajuda nas horas de dificuldade.

Aos Drs. **Sérgio Garbi, Carlos Antonio Moura e Tanit Ganz Sanches** pelo apoio e incentivo.

A **todos os meus familiares**, por sempre acreditarem em mim.

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

Aos **meus sujeitos e seus familiares**, por possibilitarem que esse trabalho fosse realizado.

E principalmente a **Deus**, por me guiar e por me ajudar a superar todas as dificuldades e obstáculos da vida.

“A mente que se abre a novas ideias jamais voltará ao seu tamanho original”.

Albert Einstein

NORMATIZAÇÃO ADOTADA

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

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

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

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

SUMÁRIO

Lista de Abreviaturas, Símbolos e Siglas

Lista de Tabelas

Lista de Quadros

Lista de Anexos

Resumo

Summary

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	6
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	8
3.1 Dislexia.....	9
3.2 Dislexia e Processamento Auditivo.....	12
3.3 Dislexia e Potenciais Auditivos de Longa Latência.....	24
4. MÉTODOS.....	43
4.1 Casuística.....	41
4.2 Critérios de seleção.....	46
4.3 Material.....	48
4.4 Procedimento.....	50
4.5 Método Estatístico.....	56
5. RESULTADOS.....	58
5.1 Casuística.....	59
5.2 Provas de Leitura.....	60
5.3 Avaliação do Processamento Auditivo Comportamental.....	62
5.4 Avaliação Eletrofisiológica.....	65

6. DISCUSSÃO.....	73
6.1 Análise da Casuística.....	74
6.2 Análise das Provas de Leitura.....	75
6.3 Análise da Avaliação Comportamental do PA(C).....	77
6.4 Análise da Avaliação Eletrofisiológica.....	83
7. CONCLUSÕES.....	98
8. ANEXOS.....	100
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	107

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

A1	mastóide esquerda
A2	mastóide direita
ABD	Associação Brasileira de Dislexia
ANSI	<i>American National Standards Intitute</i>
ASHA	<i>American Speech-Language-Hearing Association</i>
CD	<i>CompactDisc</i>
Cz	vértex
dB	decibel
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
DAST	<i>Dyslexia Adult Screening Test</i>
EEG	Eleetroencefalograma
ERP	<i>Event-Related Potential</i>
et al.	e outros
FMUSP	Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
Fpz	eletrodo terra
Hz	Hertz
HU	Hospital Universitário da Universidade de São Paulo
IPRF	Índice Percentual de Reconhecimento de Fala
IRN	<i>Itareted Rippled Noise</i>
ms	milissegundos
LDN	<i>Late Discriminative Negativity</i>
LRF	Limiar de Reconhecimento de Fala
MMN	<i>Mismatch Negativity</i>
NA	Nível de Audição
NS	Nível de Sensação
OD	Orelha Direita
OE	Orelha Esquerda
PA	Processamento Auditivo
PA(C)	Processamento Auditivo (Central)
PEA	Potencial Evocado Auditivo

PEALL	Potencial Auditivo de Longa Latência
PEATE	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico
RGDT	<i>Random Gap Detection Test</i>
SPECT	<i>SinglePhotonEmissionComputedTomography</i>
SOP	<i>Speed of Processing Information</i>
SSW	<i>Staggered Spondaic Word</i>
QI	Quociente de Inteligência
TDHA	Transtorno de déficit de atenção e hiperatividade
TPA(C)	Transtorno de Processamento Auditivo (Central)
VOT	<i>Voice Onset Time</i>
μV	microvolt

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição dos sujeitos em relação ao sexo e à idade no Grupo Estudo.....	59
Tabela 2 – Distribuição dos sujeitos em relação ao sexo e à idade no Grupo Controle.....	60
Tabela 3 – Comparação da variável Compreensão de Texto entre os grupos Estudo e Controle.....	62
Tabela 4 - Comparação da variável Leitura de Palavras Isoladas entre os grupos Estudo e Controle.....	62
Tabela 5 - Comparação da variável Teste Padrão de Frequência entre os grupos Estudo e Controle.....	63
Tabela 6 – Comparação da variável Teste Fala com Ruído por Grupo e Orelha.....	64
Tabela 7 - Valores <i>P</i> dos testes de comparações de médias para a variável Testes Fala com Ruído.....	64
Tabela 8 – Comparação da variável Teste Dicótico de Dígitos por Grupo e Orelha.....	65
Tabela 9 – Valores <i>P</i> dos testes de comparações de médias para a variável Teste Dicótico de Dígitos.....	65
Tabela 10 – Comparação da variável Latência do P300 por Grupo e Orelha.....	66
Tabela 11 - Valores <i>P</i> dos testes de comparações de médias para a variável Latência do P300.....	66

Tabela 12 – Comparação da variável Amplitude do P300 por Grupo e Orelha.....	67
Tabela 13- Valores <i>P</i> dos testes de comparações de médias para a variável Amplitude do P300.....	67
Tabela 14 - Comparação da variável Latência de N1 por Grupo e Orelha.....	68
Tabela 15 - Valores <i>P</i> dos testes de comparações de médias para a variável Latência de N1.....	68
Tabela 16 - Comparação da variável Latência de P2 por Grupo e Orelha.....	69
Tabela 17 - Valores <i>P</i> dos testes de comparações de médias para a variável P2.....	69
Tabela 18 - Comparação da variável Latência de N2 por Grupo e Orelha.....	70
Tabela 19 - Valores <i>P</i> dos testes de comparações de médias para a variável Latência de N2.....	70
Tabela 20 - Comparação da variável Amplitude N1-P2 por Grupo e Orelha.....	71
Tabela 21 - Valores <i>P</i> dos testes de comparações de médias para a variável amplitude N1-P2.....	71
Tabela 22 - Comparação da variável Amplitude P2-N2 por Grupo e Orelha.....	72
Tabela 23 - Valores <i>P</i> dos testes de comparações de médias para a variável P2-N2	72

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Normalidade para PEATE de acordo com o manual do equipamento (<i>Navigator Pro Bio-logic</i>).....	52
Quadro 2 - Parâmetros de normalidade para complexo N1-P2-N2 e P300.....	54
Quadro 3 - <i>Boxplot</i> da variável número de acertos em Compreensão de Texto por Grupo.....	61
Quadro 4 - <i>Boxplot</i> da variável número de acertos em Leitura de Palavras Isoladas.....	61
Quadro 5 - Quantidade de sujeitos com alteração na Avaliação Comportamental do PA(C).....	63

LISTA DE ANEXOS

Anexo A – Certificado de aprovação da Comissão de Ética para a Análise de Projetos de Pesquisa da Diretoria Clínica do Hospital Universitário da Universidade de São Paulo.....	101
Anexo B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	102
Anexo C - Texto para Avaliação da Compreensão de Leitura.....	104
Anexo D - Questões sobre a história - Avaliação da Compreensão da Leitura Textual (adaptado).....	105
Anexo E - Protocolo para transcrição de leitura de palavras.....	106

RESUMO

Oliveira, JC. *Processamento Auditivo (Central) em crianças com dislexia: avaliação comportamental e eletrofisiológica*. [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2011.

Introdução: Existem muitas controvérsias sobre a dislexia. Uma delas é justamente saber se a dificuldade está no processamento auditivo de forma geral ou especificamente para a percepção de diferenças temporais de sons de fala e se a dificuldade é específica para mudanças rápidas temporais ou abrangem uma gama mais ampla de processamento auditivo. **Objetivos:** Os objetivos desse estudo foram comparar o desempenho de crianças com dislexia (Grupo Estudo) e com desenvolvimento típico (Grupo Controle) em testes comportamentais de Processamento Auditivo (Central) e comparar o desempenho do Grupo Estudo e do Grupo Controle em teste de Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência. **Métodos:** Participaram desse estudo 22 indivíduos disléxicos e 16 sem queixas ou alterações de leitura e escrita. Todos os indivíduos foram submetidos à avaliação de Processamento Auditivo (Central) comportamental e eletrofisiológica. **Resultados:** Para os testes comportamentais, houve diferença estatisticamente significativa para o Teste Padrão de Frequência, e verificamos diferença estatisticamente significativa somente para a Orelha Esquerda entre os resultados dos grupos Estudo e Controle para o Teste Dicótico de Dígitos, sendo que o Grupo Estudo apresentou um pior desempenho. Para os Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência encontramos diferença para os valores de

Latência de N2 entre os grupos Estudo e Controle, sendo que o Grupo Estudo apresentou maiores valores de latência. Esse achado foi estatisticamente significativo somente para Orelha Direita. Conclusões: Podemos sugerir que os disléxicos apresentam alteração de processamento auditivo temporal e não podemos afirmar que não há comprometimento de outras habilidades.

Descritores: Processamento auditivo central, eletrofisiologia, potenciais evocados auditivos, dislexia, criança, testes auditivos, percepção auditiva.

SUMMARY

Oliveira, JC. *(Central) Auditory Processing in children with dyslexia: behavioral and electrophysiological assessment*. [dissertation]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2011.

Introduction: There are several controversies about dyslexia. One of them is knowing whether the difficulty is in the general auditory processing or specifically in the perception of temporal differences of speech sounds, and whether the difficulty is specifically for rapid temporal changes or involves a broader range of auditory processing. Aims: The aims of this study were to compare the performance of children with dyslexia (Study Group) and of children with typical development (Control Group) in behavioral tests of (Central) Auditory Processing, and to compare the performance of Study Group and Control Group in Long Latency Auditory Evoked Potentials. Methods: 22 individuals with dyslexia and 16 individuals with no reading and writing complaints or disorders took part in the study. All individuals underwent behavioral and electrophysiological assessment of (Central) Auditory Processing. Results: Concerning the behavioral tests results in both groups, there was a significant statistical difference for the Frequency Pattern Test and for the Left ear in the Dichotic Digit test, with a worse performance observed in the Study Group. Considering the Long Latency Auditory Evoked Potentials, there was a difference for the N2 latency values between the Study Group and the Control Group, with greater latency values in the Study Group. This finding was statistically significant only for the Right ear.

Conclusions: We may suggest that individuals with dyslexia present temporal auditory processing disorder, however we cannot affirm absence of disorders in other skills.

Descriptors: Central auditory processing, electrophysiology, evoked potentials auditory, dyslexia, child, hearing tests, auditory perception.

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A Organização Mundial da Saúde (*World Health Organization*), em 1993, definiu a dislexia como um transtorno manifestado por dificuldades específicas em aprender e ler, e não atribuídas a qualquer outro tipo de déficit relacionado à inteligência, à motivação, às oportunidades de aprendizado ou às acuidades sensoriais.

É uma alteração específica de aprendizagem de origem neurológica, caracterizada pela dificuldade com a fluência correta na leitura e pela deficiência na habilidade de decodificação e soletração, resultantes de um déficit no componente fonológico da linguagem (Lyon et al., 2003).

Segundo a *American Speech-Language-Hearing Association* (ASHA) (2003), as primeiras manifestações encontradas em crianças com dislexia aparecem na decodificação fonografêmica, quando a criança precisa entender e utilizar sinais gráficos com as sequências fonológicas das palavras no início da alfabetização.

Algumas teorias tentam explicar a etiologia da dislexia. Uma revisão realizada por Snowling (2000) concluiu que a maioria dos trabalhos desenvolvidos nas últimas quatro décadas sugere que a dislexia está relacionada a um déficit no processamento fonológico. O que ainda está em discussão é definir a etiologia dessa dificuldade, assim como definir as bases fisiológicas dessa alteração.

Tallal (1980) sugeriu a hipótese de que a dificuldade de processamento fonológico advém de uma alteração de processamento

auditivo (PA) temporal. A deficiência nessa habilidade afetaria a percepção de sons da fala e, conseqüentemente, a consciência fonológica, ocasionando posteriores problemas de leitura.

Ingelghem et al. (2001) compararam o desempenho de crianças com desenvolvimento típico e disléxicos. Os autores encontraram uma relação estatisticamente significativa entre PA temporal e leitura de palavras e não-palavras.

De acordo com McArthur et al. (2009) as alterações de Processamento Auditivo (Central) (PA (C)) mais comumente encontradas no indivíduo disléxico estão no processamento auditivo para sons curtos, processamento de estímulos de fala e na discriminação de frequência. Segundo os autores, é difícil evidenciar essas alterações somente por testes comportamentais, por diversos fatores: um número considerável de estudos não encontrou processamento auditivo prejudicado para sons curtos ou alteração de discriminação de frequência; alguns estudos encontraram alteração em apenas um subgrupo de disléxicos; e os testes comportamentais de processamento auditivo estão relacionados a outras tarefas, como atenção, memória de curto prazo e memória de trabalho.

Os Potenciais Evocados Auditivos (PEAs) permitem a investigação da audição periférica do indivíduo, avaliam a integridade das vias auditivas centrais, sua maturação durante o processo de desenvolvimento e disfunções causadas por diversas doenças. Além disso, esta metodologia permite seguir o curso da atividade cerebral em tempo com precisão de milissegundos (ms) e, portanto, obter conhecimento não somente do produto

final do processamento, mas também da sequência, tempo e estágios de processos específicos (Leppänen & Lyytinen, 1997).

O P300 é um Potencial Auditivo de Longa Latência (PEALL) que reflete principalmente a atividade do tálamo e córtex, estruturas que envolvem as funções de discriminação, integração e atenção do cérebro ao som. Por isso, é utilizado para detectar alterações neurais do processamento sequencial de informações, memória imediata e/ou tomada de decisões, e é desencadeado por meio de tarefa *oddball* (Kraus e McGee, 1999).

O P300 pode ser considerado um instrumento promissor para identificar correlações clinicamente relevantes entre a atividade do sistema nervoso central e as estruturas cerebrais envolvidas em um processo cognitivo. A gravação do P300 associada ao mapeamento cerebral é interessante para a apresentação de processos neurofisiológicos, se a distribuição tempo-espço da atividade é o centro da pesquisa experimental (Maurer, 1989).

De acordo com o estudo de Cohen-Mimram (2006), crianças com distúrbio de leitura apresentaram desempenho reduzido na avaliação comportamental do PA(C), maiores tempos de reação e latência aumentada para o P300.

Moisescu-Yiiflach e Pratt (2005) acreditaram que N1 indica déficit de processamento sensorial. Hämäläinen et al. (2007) afirmaram que P2 é que poderia indicar um déficit na eficiência de extração de características de estímulos ou de mecanismos relacionados à atenção para as crianças com alteração de leitura. McPherson (1996) descreveu o N2 como PEALL

endógeno que reflete principalmente a atividade do córtex auditivo supratemporal.

McArthur e Bishop (2004) acreditaram que atraso de latência do complexo N1-P2-N2 sugere uma imaturidade do córtex auditivo.

Nos últimos anos, observou-se um crescente número de estudos em busca da etiologia da dislexia. Há poucos trabalhos nacionais relacionando dislexia, PA(C) e testes eletrofisiológicos.

Com base no que foi exposto, esse trabalho tem por finalidade contribuir para um melhor entendimento da etiologia da dislexia, visando, conseqüentemente, uma melhor forma de avaliação e reabilitação desse transtorno.

Nossa hipótese é que as crianças disléxicas (Grupo Estudo) apresentem um baixo desempenho em tarefas de leitura e na avaliação comportamental do PA(C), quando comparadas a crianças sem queixas de leitura e escrita (Grupo Controle). Em relação ao potencial evocado P300, esperamos que haja um atraso de latência e menor amplitude para os resultados do Grupo Estudo em comparação com as respostas do Grupo Controle. Para o complexo N1-P2-N2, esperamos que haja uma diferença entre os resultados dos grupos Controle e Estudo, uma vez que o complexo reflete o desempenho do córtex auditivo.

OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

Os objetivos do estudo foram:

- Comparar o desempenho do Grupo Estudo e do Grupo Controle em testes de leitura;
- Comparar o desempenho do Grupo Estudo e do Grupo Controle na avaliação comportamental do PA(C);
- Comparar o desempenho do Grupo Estudo e do Grupo Controle na avaliação eletrofisiológica do PA(C).

REVISÃO DE LITERATURA

3. REVISÃO DE LITERATURA

Esta Revisão de Literatura aborda os seguintes temas: dislexia, dislexia relacionada à avaliação do PA(C) comportamental e dislexia relacionada à avaliação eletrofisiológica do PA(C). Os assuntos foram elencados em ordem cronológica. A nomenclatura utilizada pelos autores em cada estudo foi mantida.

3.1 Dislexia

O conceito de dislexia foi sendo estudado e aprimorado ao longo dos anos. Uma das primeiras definições encontradas na literatura é da *World Federation of Neurology*, 1968 (citado por Critchley 1985), que definiu dislexia como sendo “transtorno de aprendizagem da leitura que ocorre, apesar de inteligência normal, de ausência de problemas sensoriais ou neurológicos, de instrução escolar adequada, de oportunidades socioculturais suficientes, além disso, depende da existência de perturbação de aptidões cognitivas fundamentais, frequentemente de origem constitucional”.

Galaburda e Kemper (1979) realizaram um estudo anatômico *post mortem* em disléxicos e não disléxicos, e encontraram diferenças entre eles. O cérebro dos disléxicos apresentava anomalias neuropatológicas como nódulos corticais em região frontal e regiões específicas para linguagem no lobo esquerdo, diminuição de células neuronais na região talâmica e micromalformações vasculares.

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

Com o intuito de desvendar os mecanismos existentes por trás do processo de leitura e, conseqüentemente, facilitar o trabalho terapêutico, Marshal e Newcombe (1996) classificaram a dislexia, através de um modelo de utilização de duas rotas de leitura. Os dois tipos citados pelos autores foram a dislexia fonológica e a dislexia superficial. A dislexia fonológica é atribuída aos disléxicos que utilizam frequentemente a via lexical, ou seja, o reconhecimento visual-ortográfico da palavra. Para estes disléxicos, a dificuldade estaria na leitura de não-palavras, se comparados com o desempenho na leitura de palavras regulares e familiares. Este tipo de dislexia representa cerca de 70% dos quadros disléxicos, dado que corrobora a importância da rota fonológica para a leitura. A dislexia superficial é atribuída aos disléxicos que utilizam frequentemente a rota fonológica, ou seja, realizam a associação fonema-grafema para decodificar a palavra. Estes disléxicos apresentariam maior dificuldade na leitura de palavras irregulares, se comparados com o desempenho na leitura de não-palavras, já que não são capazes de reconhecer a palavra através da rota lexical.

Em uma revisão realizada por Snowling (2000), o autor citou que a maioria dos trabalhos desenvolvidos nas últimas quatro décadas sugeriu que a dislexia está relacionada a um déficit no processamento fonológico; ou

seja, o dislético codifica fraca ou grosseiramente as representações fonológicas. O autor afirmou que já é bem aceito, através de estudos epidemiológicos, que atrasos e dificuldades de linguagem são mais comuns em crianças com dislexia.

Salles e Parente (2002) realizaram, em um estudo baseado na abordagem cognitiva da leitura, tendo como aporte a Psicologia Cognitiva, abordagem do Processamento da Informação e Neuropsicologia Cognitiva. Esse estudo teve como objetivos analisar a validade dos modelos cognitivos de leitura de dupla rota em uma amostra de crianças de 2ª e 3ª séries, analisar o uso preferencial das rotas de leitura, e analisar possíveis relações com compreensão e tempo de leitura textual. Participaram da pesquisa 46 crianças com idades entre 6 anos e 9 meses e 9 anos e 4 meses. A avaliação das rotas de leitura foi realizada pela leitura de palavras isoladas e compreensão de texto. O material para essa avaliação foi construído pelas autoras. A lista de palavras continha palavras regulares, irregulares e pseudopalavras. Também foram apresentados dois textos utilizados para avaliação da compreensão por reconto da história lida e questões de múltipla escolha. As autoras concluíram que os sujeitos que usam as rotas lexical e fonológica leram melhor; os leitores preferencialmente fonológicos leram melhor que os preferencialmente lexicais; quanto mais precisa foi a leitura de palavras, menos demorou-se para ler um texto; leitores mais velozes compreenderam melhor, e, no início da aquisição da leitura, há um maior uso da rota fonológica.

Segundo a ASHA (2003), as primeiras manifestações encontradas em crianças com dislexia aparecem na decodificação fonografêmica, quando a criança precisa entender e utilizar sinais gráficos com as sequências fonológicas das palavras no início da alfabetização.

3.2 Dislexia e Avaliação do PA(C) Comportamental

Tallal (1980) sugeriu que um déficit no PA(C) temporal para sons curtos pode ser o núcleo da dislexia. A autora investigou o PA(C) em 20 crianças disléxicas e em um grupo controle. Os testes avaliavam componentes do PA temporal: associação nomeada, discriminação, sequenciação e velocidade de percepção; e foram chamados de “*Repetition Test*”, desenvolvidos pela autora com Piercy, em 1973. Os estímulos utilizados no teste variavam, também, em relação aos intervalos interestímulos. Além do PA, a pesquisadora também avaliou a leitura de não-palavras dos sujeitos. Os resultados não mostraram diferença entre os grupos para intervalos interestímulo maiores. No entanto, para intervalos diminuídos, os disléxicos tiveram um pior desempenho para os testes de sequenciação e discriminação. O estudo também mostrou uma correlação entre desempenho na prova de leitura e os erros em resposta aos estímulos auditivos apresentados de maneira mais rápida. Como conclusão, a autora sugeriu a hipótese de que um déficit no PA(C) para sons curtos afeta a percepção de sons da fala e leva a um déficit de consciência fonológica e posteriores problemas de leitura, podendo ser a base da dificuldade de se analisar o código fonético de forma eficiente

Tallal et al. (1993) afirmaram que o PA prejudicado leva a uma incapacidade de integração das informações sensoriais que entram em rápida sucessão para o sistema nervoso central, e provoca um efeito cascata que altera o desenvolvimento normal do sistema fonológico e, posteriormente, as habilidades de leitura.

Segundo Fiez et al. (1995), estudos funcionais de imagem já começaram a oferecer novas ideias sobre a base neural do PA temporal, podendo ajudar a resolver o debate sobre a dislexia fonológica. Os autores afirmaram que pistas temporais de fala e estímulos não verbais parecem ser analisados pelo hemisfério esquerdo, enquanto o hemisfério direito parece estar envolvido na análise das mudanças mais lentas do sinal acústico.

Ingelghem et al. (2001) estudaram o PA temporal em indivíduos com dislexia, comparando-o com um grupo controle de sujeitos com desenvolvimento típico mediante testes que avaliam o PA(C) (detecção de intervalos de silêncio) e visual (por meio de detecção de 2 flashes rápidos). Os autores afirmaram que a hipótese de que haja uma relação entre processamento visual e a dislexia não necessariamente é conflitante com a teoria do PA temporal. Foram encontradas diferenças significantes para ambas as áreas avaliadas. Estas diferenças foram altamente correlacionadas com a habilidade para a leitura de palavras e não-palavras. Os dados, portanto, corroboram os achados que confirmam a hipótese de um déficit generalizado envolvendo PA temporal e dislexia. Segundo os autores, esses resultados sugerem que indivíduos com dislexia possuem um déficit no processamento temporal, tanto auditivo, quanto visual.

Share et al. (2002) aplicaram o “*Repetition Test*” (Tallal e Piercy, 1973) em 543 crianças avaliadas no começo do primeiro ano escolar e em anos subsequentes. Os resultados confirmaram a presença de dificuldade de discriminação de estímulos não verbais em um grupo de crianças com dificuldades de leitura, mas não houve diferença estatisticamente significativa para intervalos curtos (8 a 305 ms). Também não foi encontrada relação direta entre crianças com maior dificuldade em testes auditivos e o desempenho em habilidades fonológicas. As dificuldades envolvendo a habilidade auditiva temporal também não foram capazes de prever dificuldades de processamento fonológico e leitura de não-palavras, mas apresentaram correlação com dificuldades de vocabulário e compreensão de linguagem. Os autores sugeriram que estas descobertas podem estar associadas às descobertas de Tallal a respeito da relação entre processamento temporal auditivo e linguagem.

Temple (2002) realizou uma revisão bibliográfica sobre mecanismos do cérebro em leitores normais e indivíduos disléxicos. A autora constatou um padrão de ativação cerebral diferente nos indivíduos com dificuldade de leitura. Os estudos de neuroimagem revelaram rupturas funcionais na região temporo-parietal do cérebro dos disléxicos. Essas interrupções foram visíveis durante o processamento fonológico e processamento auditivo de sons curtos, em tarefas de habilidades fonológicas como rima, omissão de fonemas ou tarefas de memória de curto prazo. Foi observado também que a substância branca que liga as regiões frontal e posterior é interrompida em

disléticos adultos. A autora afirmou que não foi possível definir ainda a causa e a etiologia da dislexia.

Tallal (2004) afirmou que nem todos os estudos presentes na literatura encontraram uma relação entre dificuldade de PA temporal e dislexia. A autora atribuiu essa diferença nos achados às diferenças metodológicas das pesquisas, diferenças entre as idades dos sujeitos avaliados e as características dos estímulos e tarefas avaliadas. A autora ainda afirmou que os casos não são homogêneos e que a sintomatologia pode mudar durante o desenvolvimento da criança.

Furbeta e Felipe (2005) avaliaram o desempenho de nove crianças com dificuldade de leitura e escrita na avaliação comportamental simplificada do PA(C). Para o teste de localização sonora, 100% dos participantes apresentaram desempenho adequado. No teste de memória sequencial com sons instrumentais, 55% dos sujeitos apresentaram desempenho adequado, sendo que este resultado foi estatisticamente significativo. Na avaliação de memória sequencial com três sílabas, 66,66% apresentaram desempenho adequado; esse resultado não foi estatisticamente significativo. Na avaliação de memória sequencial com quatro sílabas, 100% apresentaram desempenho inadequado, sendo esse achado estatisticamente significativo. Os autores concluíram que os resultados apontam uma relação entre a leitura e escrita e as dificuldades de PA(C), uma vez que todos os participantes com dificuldade de leitura e escrita falharam no teste simplificado. Segundo os autores, os testes mais eficientes foram: memória sequencial com quatro sílabas e memória sequencial para sons

instrumentais, concluindo que a habilidade afetada foi a memória de curto prazo.

Petkov et al. (2005), a fim de avaliar e/ou ampliar explicações alternativas para a dislexia, investigaram, em adultos controles, o papel da atenção e a combinação com percepção auditiva, comparando-os com leitores normais. Participaram do estudo 19 adultos, sendo nove disléxicos e 10 do grupo controle. O estímulo era constituído por uma série de sons, e os sujeitos foram instruídos a identificar o número de estímulos ouvidos (um ou dois tons) em cada série apresentada. Foi observado que o desempenho dos sujeitos do grupo estudo piorava conforme o aumento da frequência de apresentação do estímulo. Os resultados do estudo sugeriram que a orientação da atenção auditiva é mais lenta em disléxicos. Os autores afirmaram que a atenção modula muitas áreas do cérebro, e que, portanto, um déficit de atenção poderia se estender a outros aspectos sensoriais e ao processamento de linguagem. Os autores concluíram ainda que esse déficit de atenção para percepção auditiva poderia explicar problemas receptivos de linguagem auditiva, bem como problemas de leitura enfrentados pelos sujeitos. Eles argumentaram que, embora seja difícil provar que esse déficit seja a causa das dificuldades dos disléxicos, problemas de direcionamento de atenção causariam dificuldade de processamento de fala e linguagem; isto porque a linguagem requer um processamento preditivo e retrospectivo constante de estímulos sensoriais e símbolos, num processo que é reforçado constantemente pela atenção.

Sauer et al. (2006) relacionaram os achados dos testes de PA(C) com lesões detectadas por exame de neuroimagem (*SPECT – SinglePhotonEmissionComputedTomography*). Participaram do estudo 36 crianças divididas igualmente entre dois grupos: crianças com dislexia e crianças sem queixa de leitura. Os testes aplicados foram dicótico de dígitos, dicótico não-verbal e SSW (*Staggered Spondaic Word* - teste de reconhecimento de dissílabos em tarefa dicótica), e o exame de neuroimagem *SPECT*. Os indivíduos com dislexia tiveram pior desempenho nos testes de PA(C). Na análise dos dados, constatou-se que 50% desses sujeitos apresentaram alteração no *SPECT*, sendo que sete dos nove exames alterados foram por hipoperfusão em áreas do lobo temporal esquerdo. As autoras concluíram que crianças com dislexia apresentaram alterações do processamento neurológico central que podem ser detectadas por testes de PA(C) e exames funcionais de imagem.

Para Galaburda et al. (2006), a maioria dos disléxicos apresenta alterações fonológicas que se encontram evidenciadas por três sintomas: dificuldade para consciência fonológica, pobre memória verbal de curto-prazo, e baixa retenção da informação lexical. Os autores ainda associam outras dificuldades à dislexia, como auditivas, motoras e visuais, sendo que as dificuldades auditivas e motoras são consideradas a principal causa do déficit fonológico. Esses sintomas não podem ser atribuídos especificamente aos disléxicos, pois ocorrem em outras patologias. Diante disso, eles sugeriram a hipótese de que, como a maioria das alterações do desenvolvimento, os sintomas tendem a mudar com a maturação; assim,

enquanto uns permanecem inalterados, outros podem melhorar. Os autores concluíram que, frente à variedade dos sintomas comportamentais encontrados na dislexia, todos apresentaram, em comum, alterações de origem genética e anatômica como base para as alterações encontradas.

Considerando a hipótese que relaciona o déficit fonológico à dislexia, Capellini et al. (2008) caracterizaram o desempenho de 20 escolares de 2ª a 4ª série quanto às habilidades auditivas e de consciência fonológica. Das crianças da escola que apresentavam dificuldade de leitura e escrita, 10 foram diagnosticadas como disléxicas, após avaliação multidisciplinar e exame de imagem. Foi formado um grupo controle com a mesma quantidade de indivíduos e com bom desempenho escolar, indicados pelos professores. Os sujeitos foram submetidos a exames comportamentais de PA(C) (memória sequencial para sons verbais, memória sequencial para sons não verbais, localização sonora, PSI, dicótico de dígitos e SSW) e a uma prova de Consciência Fonológica. As crianças com bom desempenho escolar apresentaram melhor desempenho para o teste PSI, dígitos, SSW e prova de consciência fonológica. Esses achados permitiram às autoras concluir que escolares com dislexia do desenvolvimento apresentaram dificuldade de atenção, codificação, organização e integração de informações, o que compromete o uso de habilidades fonológicas como atenção, análise e síntese, e memória de trabalho. Concluíram, também, que há associação entre habilidades auditivas e habilidades fonológicas significantes, as quais sugerem que os processos auditivos interferem diretamente na percepção

de aspectos acústicos, temporais e sequenciais dos sons para a formação de uma representação fonológica.

Murphy e Schochat (2009) compararam o desempenho de disléxicos quanto ao PA (C) temporal e consciência fonológica. As autoras investigaram uma possível correlação entre eles. A correlação encontrada foi fraca, sugerindo que não há uma relação direta entre os aspectos avaliados. As autoras afirmaram que uma das hipóteses é que essa alteração de PA(C) temporal seja consequência de outros fatores, como habilidades fonológicas, atenção e memória de trabalho.

Sharma et al. (2009) também realizaram um estudo sobre a relação entre PA(C) temporal e alteração de leitura. O estudo investigou crianças com alteração de PA(C), em idade escolar, para determinar se apresentavam déficit de leitura e linguagem coexistentes, e objetivou caracterizar a natureza das dificuldades do PA(C). As autoras investigaram a ligação entre PA(C), atenção sustentada e memória auditiva de curto prazo. Participaram do estudo 68 crianças de 7 a 12 anos de idade com suspeita de alteração de PA(C). Elas foram submetidas à avaliação psicoeducacional, avaliação de linguagem e avaliação comportamental de PA(C). Na análise dos dados, observou-se que 72% das crianças apresentaram déficit de PA(C); 47% apresentaram problemas nos três aspectos avaliados na pesquisa; e mais da metade das crianças apresentaram comorbidade, sendo que apenas 4% das crianças apresentaram somente alteração de PA(C). De acordo com as autoras, essa sobreposição deve-se ao fato de as ferramentas disponíveis para avaliação não serem suficientemente capazes

de distinguir entre alteração de PA(C), linguagem e déficit de leitura. As autoras afirmaram que nem todas as crianças com distúrbio de linguagem têm alteração de PA(C), e que estudos longitudinais, utilizando exames eletrofisiológicos e comportamentais de PA(C), e testes de linguagem e leitura, ajudariam a entender as relações causais entre esses aspectos.

Steinbrink et al. (2009) realizaram uma pesquisa com adultos disléxicos e grupo controle com a finalidade de buscar diferenças dos perfis de resposta da ativação hemodinâmica do cérebro, e de investigar se tais discrepâncias estão exclusivamente ligadas aos sons da fala. Participaram do estudo sete disléxicos e sete adultos normais. Usando ressonância magnética funcional, o objetivo do estudo foi investigar correlações neurais do PA temporal de sons verbais e não verbais em indivíduos com dislexia do desenvolvimento. Foram analisadas as imagens resultantes da escuta passiva de cliques e sílabas. No grupo controle, a ínsula anterior apresentou um padrão de ativação hemodinâmica semelhante a um filtro passa-alto no hemisfério esquerdo e a um filtro passa-baixo no hemisfério direito. Os disléxicos apresentaram déficit na ativação de ambos os hemisférios. A estimulação com cliques provocou a ativação da ínsula anterior de forma quase equivalente em disléxicos e no grupo controle. Com as sílabas, somente o grupo sem dificuldades de leitura apresentou mecanismo semelhante à estimulação não verbal. Os autores concluíram que a ressonância magnética funcional forneceu evidências de que as ínsulas anteriores de ambos os hemisférios estão envolvidas na codificação temporal auditiva verbal e não verbal; contribuem para o déficit de PA(C)

auditivo em disléxicos; e parecem estar envolvidas nas dificuldades fonológicas de sujeitos com dislexia.

Dawes et al. (2009) compararam o desempenho de 22 crianças com Transtorno de Processamento Auditivo (Central) (TPA(C)), 19 crianças com dislexia e 20 crianças com desenvolvimento típico em relação ao PA(C), usando uma bateria de testes comportamentais verbais e não verbais. Um dos objetivos do estudo foi investigar se as habilidades temporais de crianças diagnosticadas com TPA(C) assemelham-se com os achados em disléxicos, a fim de elucidar aspectos sobre a hipótese de que problemas auditivos podem ser associados com linguagem e problemas de leitura. Os sujeitos foram submetidos a testes de detecção de frequência e ortografia. Os autores não encontraram associação entre PA(C) e alteração de leitura, apesar de ambos os grupos terem apresentado dificuldade de PA(C). Os autores sugeriram que pode haver outras consequências, como por exemplo, o pobre desempenho no teste de fala com ruído, o qual pode indicar que o indivíduo tenha dificuldade em ambientes acústicos desfavoráveis. Além disso, o transtorno do processamento auditivo deve ser visto como parte de uma alteração multifatorial de problemas de aprendizagem, e não como uma categoria diagnóstica.

Simões e Schochat (2010) compararam os grupos de crianças com TPAC e crianças disléxicas quanto ao desempenho em testes comportamentais de PA(C). Participaram do estudo 40 crianças, de 7 a 12 anos de idade, que foram submetidas aos testes fala com ruído, dicótico de dígitos e padrão de frequência. Os indivíduos do grupo de TPAC

apresentaram baixo desempenho nos três testes, apresentando alteração de todas as habilidades avaliadas. Já os indivíduos com dislexia apresentaram alteração somente no teste temporal. As autoras concluíram que os sujeitos do grupo dislexia apresentam padrões diferentes de transtorno de PA(C), com alteração maior em testes que avaliam o processamento temporal do que em testes que avaliam outras habilidades auditivas.

De acordo com Boscariol et al. (2010), há relatos na literatura de que distúrbios de linguagem e aprendizagem podem ocorrer em presença de malformações do desenvolvimento cortical. Baseado nessa hipótese, o estudo teve como objetivo caracterizar o PA temporal em escolares com dislexia do desenvolvimento e correlacioná-los com malformações do desenvolvimento cortical. Participaram da pesquisa 11 escolares disléxicos e nove crianças sem alterações neurolinguísticas. Os indivíduos foram submetidos à avaliação neurológica, ressonância, teste de QI, avaliação de linguagem, avaliação audiológica periférica e teste comportamental de PA(C) temporal (*Random Gap Detection Test* (RGDT) e *RGDT expanded*). Dos 11 escolares com dislexia, sete apresentaram polimicrogiria perisilviana no hemisfério esquerdo, déficit no desempenho de leitura, déficit no desempenho fonológico e auditivo. Os autores ainda discutiram que deve haver desconexão funcional e estrutural entre as regiões de linguagem frontal e temporal em adultos disléxicos. Os autores concluíram que escolares com dislexia podem apresentar alterações no PA temporal com prejuízo no processamento fonológico. Também apontaram para a presença de malformação cortical com o substrato anatômico das alterações.

Abdo et al. (2010) investigaram o desempenho de crianças com dislexia e transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDHA) em testes comportamentais do PA(C), e compararam com grupo controle. Foram avaliadas 30 crianças, sendo 10 pertencentes a cada grupo citado. Os testes aplicados foram fala com ruído, dicótico de dígitos e padrão de frequência. As autoras observaram que crianças do grupo dislexia apresentaram pior desempenho, quando comparadas com as do grupo controle, no teste padrão de frequência, sugerindo a existência de uma relação entre habilidades temporais e transtorno de leitura.

Vandermostena et al. (2010) realizaram estudo com a finalidade de elucidar as duas principais controvérsias a respeito da dislexia. A primeira diz respeito à especificidade dos problemas de PA(C), ou seja, o fato de a dificuldade estar no PA(C) de forma geral ou especificamente para a percepção de diferenças temporais de sons de fala. E a segunda controvérsia é se a dificuldade é específica para mudanças rápidas temporais ou abrangem uma gama mais ampla de PA(C). Participaram do estudo 62 estudantes, sendo 31 deles disléxicos. Eles foram submetidos a uma tarefa de PA(C) comportamental, na qual deveriam identificar, entre três sons apresentados, com qual dos dois primeiros o último era mais semelhante. Foram utilizados estímulos verbais e não verbais e estímulos com diferenças de pistas temporais e sem essa diferença (/ba/ e /da/, /u/ e /y/ e esses mesmos sons manipulados para serem estímulos não verbais com características semelhantes), apresentados monoauralmente, utilizando-se um computador e um audiômetro. Os resultados demonstraram

que indivíduos com dislexia têm um déficit temporal específico presente para estímulos verbais e não verbais. Segundo os autores, esses resultados demonstraram correlações significativas entre o desempenho em ambas as tarefas temporais e a capacidade de leitura e escrita. Eles têm como hipótese que este comprometimento específico temporal em indivíduos disléxicos pode ser especificado pela falta de especialização neural do sistema auditivo para o processamento de pistas temporais.

3.3 Dislexia e Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência

Sutton et al. (1965) publicaram um estudo com PEALL em humanos. Os autores analisaram potenciais evocados eliciados por um par de estímulos apresentado de forma aleatória, sendo que um dos estímulos era auditivo do tipo clique e o outro era visual do tipo flash de luzes. Participaram da pesquisa oito sujeitos que foram instruídos a prestar atenção ao estímulo com menor ocorrência. O potencial evocado obtido por essa tarefa era composto por uma onda correspondente ao estímulo frequente e outra onda correspondente ao estímulo alvo. Baseado nos resultados encontrados, os autores afirmaram que as ondas dos potenciais evocados em humanos poderiam refletir um tipo de influência exógena, a qual se encontra relacionada às características do estímulo apresentado, e um tipo de influência endógena, relacionada à reação do sujeito frente ao estímulo.

Picton et al. (1978) realizaram estudo com PEALL, e os nomearam de acordo com a sua polaridade (negativa/positiva) e sua latência. Os autores verificaram que a amplitude dos componentes variava com a intensidade do

estímulo, ou seja, quanto maior a intensidade, maior a amplitude, e com a velocidade do estímulo apresentado, diminuindo a sua amplitude quanto mais rápida era a apresentação do estímulo. Os autores sugeriram que a amplitude desse potencial é maior quando a frequência tonal do estímulo é mais alta. Para estímulos de duração prolongada, ocorre algum tipo de adaptação da amplitude desse potencial. Este potencial torna-se maior em amplitude quando os sons são apresentados binauralmente, ao invés de monoauralmente.

Polich (1986) realizou estudo com P300 utilizando paradigmas de dois tons. Foram avaliados 100 indivíduos com média de idade de 20 anos. A fim de determinar a extensão da variabilidade do P300, algumas variáveis foram examinadas: confiabilidade de variação morfológica do traçado intraindivíduo, diferença entre gênero, efeito do histórico familiar referente ao alcoolismo, relação entre latência e amplitude do P300. O autor encontrou o valor de 245 ms a 362 ms para latência, com média 305 ms. Foi observada correlação inversa entre amplitude e latência, pois, quando a amplitude diminuía, a latência apresentava-se aumentada, e vice-versa. Não foram encontradas diferenças significantes entre as medidas obtidas nas duas gravações (replicação do traçado do indivíduo), para cada posição do eletrodo, nem diferenças entre gêneros ou efeito do histórico familiar referente a alcoolismo.

Maurer (1989) afirmou que os componentes dos PEAs representam a atividade de um grupo de neurônios que são especialmente envolvidos em determinados processos cognitivos, cuja localização e grau de atividade no

córtex definem a distribuição e o domínio do potencial registrado. O P300 pode ser considerado um instrumento promissor para identificar correlações clinicamente relevantes entre a atividade do sistema nervoso central e as estruturas cerebrais envolvidas em um processo cognitivo. Segundo o autor, a gravação do P300 associada ao mapeamento cerebral é interessante para a apresentação de processos neurofisiológicos, se a distribuição tempo-espaço da atividade é o centro da pesquisa experimental.

Erez e Pratt (1992) estudaram o P300 em crianças disléxicas e em crianças sem queixa de leitura. Os autores utilizaram estímulos verbais e não-verbais e paradigma *oddball*. Foram analisados os parâmetros de latência e amplitude, sendo que a amplitude foi significativamente menor no grupo estudo em comparação ao grupo controle. Além disso, os valores de latência foram mais atrasados e os valores de amplitude foram maiores em resposta ao estímulo não-verbal em comparação ao verbal.

Mazzotta e Galai (1992) estudaram o P300 auditivo em 10 disléxicos, comparando-os a um grupo controle. O grupo estudo apresentou latência maior para P300 e menor amplitude para N2-P300, sendo que as menores amplitudes foram encontradas para os resultados da orelha direita. Esses achados confirmaram a hipótese de funcionamento reduzido do hemisfério direito durante o processo de análise de informação em disléxicos.

Johnson (1995) afirmou que as medidas eletrofisiológicas de PA(C) fornecem informação sobre os processos cognitivos. No entanto, essas medidas não podem especificar todos os processos que contribuem para uma atividade cognitiva em particular, nem podem determinar o tempo de

processamento exigido para cada etapa. Além disso, elas não podem determinar quais processos cognitivos ocorrem em série, em paralelo, ou em sobreposição de tempo.

McPherson (1996) descreveu o N2 e o Potencial Cognitivo P300 como potenciais evocados auditivos de longa latência (PEALLs) endógenos, os quais refletem, principalmente, a atividade do córtex auditivo supratemporal (N2), o córtex pré-frontal e o hipocampo (P300). O P300 é utilizado para detectar alterações neurais do processamento sequencial de informações, memória imediata e/ou tomada de decisões.

Leppänen e Lyytinen (1997) afirmaram que os PEAs permitem a investigação da audição periférica do indivíduo, avaliam a integridade das vias auditivas centrais, sua maturação durante o processo de desenvolvimento, e disfunções causadas por diversas doenças. Além disso, esta metodologia permite seguir o curso da atividade cerebral no tempo com a precisão de milissegundos e, portanto, obter conhecimento não somente do produto final do processamento, mas também, da sequência, tempo e estágios de processos específicos.

Para Kraus e McGee (1999) PEALLs refletem a atividade do tálamo e do córtex, estruturas que envolvem as funções de discriminação, integração e atenção. Uma das características desses potenciais é que são mais afetados pelo uso funcional que o organismo faz do estímulo, e menos afetados pelas propriedades físicas do estímulo. Os autores afirmaram que o P300 é útil no estudo das funções cognitivas e de atenção, sendo que os processos de atenção, discriminação auditiva e memória estão envolvidos

na geração deste potencial. É eliciado pelo paradigma *oddball*, que se caracteriza pelo aparecimento aleatório de estímulos inesperados dentro de uma série de estímulos esperados.

Nagarajan et al. (1999) realizaram uma pesquisa envolvendo adultos com dificuldade de leitura utilizando métodos psicofísicos e eletrofisiológicos. O estudo teve como objetivo determinar se haviam diferenças entre bons e maus leitores no processamento cortical de estímulos auditivos rápidos e sucessivos. Os sujeitos participaram de testes envolvendo discriminação e ordenação de frequência, enquanto eram obtidas respostas do córtex auditivo primário no hemisfério esquerdo. Os resultados mostraram que a amplitude de resposta para estímulos curtos e sucessivos, idênticos ou diferentes quanto à frequência, foram substancialmente menores em maus leitores, comparados com o grupo controle, para intervalos interestímulos de 100 a 200 ms, mas não para 500 ms. Diante desses resultados, os autores chegaram à conclusão que dificuldades de leitura estão correlacionadas com representação neural anormal de estímulos sensoriais curtos e sucessivos, e que os componentes N1 e P2 mostram diferenças entre indivíduos disléxicos e leitores normais.

Kujala et al. (2000) analisaram a associação entre mecanismos neurais e transtornos de leitura. Segundo os autores, 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 independente da atenção.

Shiota et al. (2000) analisaram eletroencefalogramas (EEG) de crianças com dislexia. Os resultados sugeriram um problema de maturação cerebral. As conexões sensoriais primárias (visual e auditiva) poderiam estar prejudicadas nas crianças disléxicas, resultando em alteração no exame de EEG.

Tremblay et al. (2001) estudaram os PEAs N1 e P2 em 10 sujeitos jovens adultos com audição normal em resposta a duas variantes sintéticas da sílaba /ba/. Os sujeitos foram testados antes e após o treinamento, tanto por meio de testes comportamentais, quanto por testes eletrofisiológicos. Os indivíduos foram treinados para distinguir o tempo de ataque vocal de 20 ms, e 10 ms para a sílaba /ba/. Através do treinamento, os sujeitos aprenderam a identificar os dois tempos de ataque vocal, e foi observado um aumento da amplitude N1-P2. Os autores concluíram que as mudanças na morfologia das ondas representam um reflexo do aumento da sincronia neural, bem como um aumento das conexões neurais, associadas a uma melhora na percepção da fala. O complexo N1-P2 pode ter uma aplicação clínica como um exame objetivo para verificar a correlação entre a representação do som da fala com o treinamento da percepção desse som.

Breznitz e Misra (2003) realizaram um estudo baseado na hipótese de que o ritmo em que os disléxicos processam a informação durante o reconhecimento de palavras não é apropriado para superar as limitações impostas pelo sistema de processamento. O estudo foi planejado para classificar a velocidade de processamento da informação (SOP – *Speed of Processing Information*), utilizando medidas comportamentais e

eletrofisiológicas destinadas a avaliar lacunas de SOP (fenômeno de dessincronia, que impede a integração de informações auditivo-visuais). Foram avaliados 80 estudantes universitários, sendo 40 disléxicos e 40 do grupo controle, por meio de testes de leitura, fonologia, ortografia, memória de trabalho, memória de curto prazo e eletrofisiologia. Os PEALLs foram evocados por dois tipos de tarefa. A tarefa de nível inferior de processamento foi avaliada com estímulos auditivos e visuais, linguísticas e não linguísticas. O nível mais elevado de processamento, fonológico e ortográfico, foi avaliado por meio de uma tarefa de decisão, com apresentação de 40 palavras e 40 pseudopalavras. O registro desses testes foi realizado com um aparelho de EEG com 22 canais. Os autores afirmaram que os resultados do estudo apontam para o fato de que os disléxicos podem apresentar processamento mais lento da informação em vários componentes e em vários estágios de ativação. No entanto, essa dessincronia de SOP e a diminuição da velocidade ocorrem em disléxicos em diferentes níveis de processamento. Para os mais novos a dessincronia foi no P200 e P300, nos estágios de ativação para todas as tarefas. Entre os disléxicos adultos, a dessincronia ocorreu somente na fase de ativação do P300, no estágio de processamento de nível superior. Os autores atribuem essa diferença aos anos de experiência do disléxico adulto, o qual adquiriu bastante experiência com processamento de nível inferior. Os dados desse estudo, segundo os autores, apóiam a ideia de que, tendo os disléxicos adultos um déficit menor de SOP em estágios de nível inferior, é concebível que treinar as SOP pode ser benéfico para uma leitura eficaz.

Fosker e Thierry (2004) afirmaram que estudos anteriores que investigaram o PEALL em indivíduos disléxicos demonstraram diferenças quantitativas (atraso de latência e/ou amplitude reduzida), mas ainda não demonstraram diferenças qualitativas, possivelmente porque os estímulos utilizados raramente eram sons da língua. Os autores submeteram sua amostra a um teste de leitura (*Dyslexia Adult Screening Test - DAST*) e ao exame de PEALL. Participaram do estudo 12 disléxicos e 12 controles adultos, pareados em uma tarefa de decisão lexical de manipulação fonológica, mas sem receber instrução para prestar atenção a essa mudança fonêmica. Foi utilizado paradigma *oddball*, sendo 80% dos estímulos padrão (palavras) e 20% desviantes (pseudopalavras). Foi solicitado que o sujeito apertasse as teclas de um teclado, posicionadas em seus dedos direito e esquerdo, quando ouvisse uma palavra ou não palavra, respectivamente. O grupo estudo apresentou pior desempenho que o grupo controle. A estimulação provocou o aparecimento do complexo N1-P2-N2 em todos os participantes, com latências por volta de 100 ms, 190 ms e 290 ms, respectivamente. Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os grupos para esses parâmetros. O P3a (P300 mais evidente quando captado pelos eletrodos em região fronto-central, e estando mais relacionado à atenção) apresentou correlação significativa com desempenho no *DAST*. Os autores concluíram que a ausência de P3a em todos os indivíduos do grupo estudo demonstrou que eles não têm conhecimento fonológico para diferenciar estímulos padrão de estímulos desviantes, ou seja, os disléxicos não foram capazes de utilizar os

mecanismos de atenção para detectar mudanças fonêmicas. Além disso, os autores afirmaram que os disléxicos são mais lentos que os leitores normais em relação à linguagem e à decisão lexical.

Bonte e Blomert (2004) correlacionaram PEALL com processamento fonológico durante o reconhecimento de palavras para crianças disléxicas e leitoras normais. Eles buscavam saber se crianças disléxicas apresentavam diferença de efeitos fonológicos sobre os PEALL, quando a consciência fonológica não era uma tarefa de exigência explícita. Eles investigaram os efeitos principais relacionados à aliteração nos PEALL provocados por estímulos de palavras e não-palavras dissílabas em uma tarefa de decisão lexical. Foram realizados dois experimentos: o primeiro com 24 indivíduos (12 disléxicos e 12 sem queixa de leitura), utilizando estímulo de palavras, e o segundo com 23 participantes (12 disléxicos e 11 sem queixa de leitura), utilizando estímulos de não-palavras. Em ambos os experimentos, os indivíduos foram instruídos a ignorar as palavras frequentes e a prestar atenção às palavras alvo (não relacionadas fonologicamente). Os autores analisaram tempos de reação e porcentagens de erro na identificação da palavra alvo. Nos resultados dos leitores sem dificuldade, observou-se uma diminuição de N1 no traçado correspondente aos estímulos alvo em comparação aos estímulos padrão. No grupo estudo, essa diminuição da amplitude do componente N1 estava ausente. Segundo os autores, esses resultados indicaram uma alteração do processamento fonológico em disléxicos.

Farias et al. (2004) estudaram o P300 em 43 crianças com histórico de repetência escolar e em 60 crianças sem esse histórico. Foi utilizado paradigma *oddball*, sendo 240 estímulos frequentes e 60 raros. As crianças com repetência escolar apresentaram valores maiores de latência do P300. As crianças do sexo feminino do grupo sem repetência apresentaram valores de latência menores que os do sexo masculino. Comparando os indivíduos do sexo feminino dos dois grupos, os que pertenceram ao grupo sem repetência escolar apresentaram menores valores de latência do P300.

MacArthur e Bishop (2004) realizaram um estudo com 16 indivíduos com transtorno de linguagem e aprendizagem e 16 do grupo controle. Os autores observaram que o grupo estudo foi menos capaz de discriminar frequências em uma avaliação comportamental do PA(C), apresentaram uma leitura deficiente para não-palavras e latência das ondas do complexo N1-P2-N2 com atraso. Os autores concluíram que esses resultados sugerem uma imaturidade do córtex auditivo.

Fosker e Thierry (2005) realizaram uma continuação do estudo realizado em 2004. Os autores estudaram o P3b (P300 mais evidente quando captado por eletrodos em região centro-parietal, estando mais relacionado à percepção de estímulo alvo e memória de trabalho) em 12 disléxicos e 12 indivíduos sem alteração de leitura. Os estímulos foram 175 palavras e 175 não palavras, utilizando dois contrastes de fonema inicial /r/ versus /g/ e /b/ versus /p/. As pseudopalavras variavam das palavras, alterando-se a consoante medial. O paradigma *oddball* foi baseado no fonema inicial das palavras (os estímulos padrão começavam com /r/ ou /b/,

e os raros com /g/ ou /p/). Os estímulos eram apresentados por fone de ouvido, e os participantes deveriam apertar um botão de respostas quando identificassem um estímulo raro. Foram analisados os seguintes PEALL: N1, P2, N2, P3a e P3b. A única diferença entre os grupos foi encontrada para N1, na qual a amplitude desse parâmetro foi maior para o grupo controle. No entanto, os autores afirmaram que N1 não pode ser adequado para avaliar funções superiores como consciência fonológica, mas é muito útil para testes com escuta passiva e estímulos de tom puro. Não houve, também, diferença estatisticamente significativa para P3b, apesar de uma clara diferença de competência entre os grupos.

Hubber et al. (2005) estudaram o componente P300 em crianças com TPA(C) e em um grupo controle, por meio de uma tarefa *oddball*. O estudo teve como objetivo estabelecer uma correlação eletrofisiológica com a via de processamento cerebral de estruturas neuroanatômicas envolvidas. Participaram do estudo 39 crianças, sendo 21 do grupo controle e 18 com TPA(C). A estimulação acústica foi composta por um estímulo frequente de 1000 Hz a 50 dBNA e um estímulo raro na frequência de 2000 Hz a 60 dBNA. Os sujeitos foram instruídos a prestar atenção no tom de maior intensidade, confirmando ter ouvido esse som apertando um botão de reação. Cada sequência teve 238 estímulos, sendo 189 frequentes e 49 raros. O grupo estudo apresentou desempenho inferior ao controle. Os resultados do grupo com alteração de PA(C) mostraram déficit de amplitude do P300 sobre a área temporoparietal do hemisfério esquerdo. Os autores afirmaram que os resultados provaram que o processamento do estímulo

raro na área temporoparietal esquerda foi diferente entre os grupos controle e estudo. Eles concluíram que o grupo com alteração de PA(C) tem menor convicção na decisão para diferenciar tom raro do tom frequente, e que a redução da amplitude pode ser explicada por uma redução na transmissão de informações do grupo estudo (ou seja, quanto mais incerta é a decisão, menos informação é extraída do estímulo). Os autores explicaram que a amplitude reduzida pode ser relacionada a um defeito nos geradores do processamento neural, o qual contribui para a atividade do P300 (quanto menos convicção na decisão, menos informação é transmitida e menos intenso é o processo de assimilação). Como não foi estatisticamente significativa a diferença entre as latências de P300 dos dois grupos, os dados apenas refletem o tempo que uma pessoa necessita para avaliar e categorizar um estímulo. Os autores concluíram que os resultados confirmaram que o P300 pode ser considerado uma medida eletrofisiológica para objetivar um déficit de percepção específica, e confirmaram, também, que a deficiência de aprendizagem (na maioria das vezes) está associada a uma alteração biológica.

Moisescu-Yiiflach e Pratt (2005) avaliaram adultos disléxicos de alto funcionamento com estímulos de fala na condição ativa (paradigma *oddball*) e passiva. Eles investigaram a correlação de PEALL e dislexia. Os estímulos utilizados foram ruído branco e ruído branco com gap, e sílabas que diferiam em pistas temporais ou apresentavam diferenças articulatórias (como por exemplo: /ba/ e /pa/). As latências de N1, P2, N2 e P300 foram significativamente maiores no grupo com dislexia, para as duas condições de

avaliação e para todos os estímulos utilizados. Os autores acreditaram que N1 indica déficit de processamento sensorial, e associaram o P300 a uma variedade de déficits, incluindo o de atenção. Segundo os autores, os resultados indicam um déficit geral do processamento auditivo e da codificação auditiva em disléxicos. Esses resultados apresentaram-se independentemente do tipo de estímulo e da demanda de atenção, indicando que o déficit começa no processo primário de codificação cortical no córtex auditivo.

Cohen – Mimram (2006) realizou um estudo para investigar se crianças hebraicas com distúrbio de leitura têm dificuldade no PA(C) com estímulo *VOT – Voice Onset Time* (tempo entre a produção de um fonema plosivo e o início de vibração das pregas vocais). Nesse estudo, crianças com e sem distúrbio de leitura discriminaram auditivamente entre pares de sílabas, as quais podem ser diferenciadas por uma breve pista temporal - VOT. O autor teve o objetivo de investigar se há correlação entre alteração de processamento auditivo e processamento fonológico, e se este prejuízo é maior na condição curta em comparação à condição longa. Participaram do estudo 22 crianças, 11 com alteração de leitura e 11 integrantes do grupo controle. Os sujeitos foram submetidos a um teste de leitura, a uma tarefa de processamento temporal e a PEALL. Os estímulos eram compostos pelas sílabas /pa/ e /ba/, a 75 dBNA, e combinadas em quatro pares diferentes. Cada par foi apresentado 20 vezes em ordem aleatória. O sujeito deveria responder se as sílabas apresentadas eram iguais ou diferentes. O PEALL foi eliciado por meio de uma tarefa *oddball* também com 120 estímulos /ba/

(alvo) e /pa/ (frequente), com as respostas captadas por 22 canais de EEG. As crianças com distúrbio de leitura apresentaram desempenho reduzido, maiores tempos de reação e latência aumentada. O estudo apresentou correlação entre percepção de fala (discriminação de sílaba) e habilidade de leitura. Segundo o autor, a correlação significativa entre essas tarefas sugere que o desenvolvimento da habilidade de leitura e as tarefas de processamento fonológico podem estar relacionados com processamento auditivo para sons curtos. Os resultados mostraram que processamento auditivo para sons curtos em distúrbio de leitura é mais lento.

Stoodley et al. (2006) avaliaram uma amostra de estudantes universitários com diagnóstico de dislexia na infância e leitores sem deficiência, a fim de investigar a percepção auditiva em disléxicos. Supondo-se que os estudantes com essa alteração de leitura devem ter desenvolvido estratégias para compensar suas dificuldades para alcançar o sucesso acadêmico, o estudo foi planejado para identificar um déficit auditivo que não poderia ser influenciado por estratégias cognitivas. Os sujeitos foram avaliados por um teste de percepção auditiva com um paradigma *oddball* passivo de um tom puro padrão de 1000 Hz e três tons desviantes (modulados com as frequências de 5, 20 ou 240 Hz). A amplitude de MMN (*Mismatch Negativity*) apresentou-se diminuída na condição 20 Hz para o grupo estudo. Os autores afirmaram que a razão de ter sido encontrada correlação na condição de modulação com 20 Hz, e não com as outras frequências, pode ter sido em decorrência de essa frequência ser importante

para distinguir consoantes oclusivas. Eles concluíram que o MMN parece ser um sensível indicador de déficit perceptivo na dislexia.

Huttunen et al. (2007) avaliaram crianças com e sem dislexia com um paradigma *oddball* envolvendo sons contínuos de 600 e 800 Hz (ambos com 100 ms de duração). Os estímulos raros eram na frequência de 600 Hz com duração reduzida (30 ou 50 ms). Não houve diferença entre os grupos para o MMN. Uma pequena diferença foi encontrada, sugerindo uma maior ativação do hemisfério esquerdo no grupo com deficiência de leitura. Os dados mostraram que o PEALL dos disléxicos não sofreu déficit de PA(C) para duração.

Hämäläinen et al. (2007) realizaram estudo com o objetivo de investigar o processamento auditivo exógeno básico que se reflete nas respostas de N1 e P2. Os participantes foram 20 crianças leitoras normais e 19 crianças com dificuldade de leitura. Os indivíduos foram submetidos à leitura de texto com palavras e pseudopalavras, leitura de palavras e não palavras isoladas, escrita de palavras e não palavras, e um teste de PEALL. Este último consistiu em quatro experimentos com paradigma *oddball*, sendo dois realizados com estímulos de pseudopalavras e os outros dois com estímulos não verbais. Um quinto experimento foi realizado com uma combinação de estímulos verbais e não verbais. Os participantes assistiram a um vídeo silenciado ou desempenharam um jogo em computador também sem som durante a gravação dos PEAs. Os dados foram registrados por meio de 128 eletrodos. O estudo examinou a forma como essas respostas diferiram entre os grupos em função do aumento de tempo do intervalo

interestímulo. Os resultados indicaram que o sistema auditivo de crianças com alteração de leitura foi menos sensível a diferentes tempos de subida em comparação com o grupo controle. Houve também uma diferença para P2, que poderia indicar um déficit na eficiência de extração de características de estímulos ou de mecanismos relacionados à atenção para as crianças com alteração de leitura. Segundo os autores, os resultados do presente estudo forneceram evidências de que mais da metade das crianças com dificuldade de leitura diferiram tipicamente das crianças sem essa dificuldade em suas necessidades básicas de PA(C).

Uclés et al. (2008) realizaram uma pesquisa com disléxicos, a fim de elucidar o déficit de PA(C) para sons não linguísticos usando recursos eletrofisiológicos. Participaram do estudo 17 crianças com dislexia e 22 sem queixa de leitura. Analisando as respostas das crianças para o tom padrão e para o tom raro, os autores observaram que há uma variabilidade maior entre essas respostas nas crianças disléxicas, o que mostra um déficit do processamento não verbal nessa população. Os autores afirmaram que esse achado pode influenciar a controvérsia em torno da dislexia; se há um déficit geral de PA(C), ou se há um déficit exclusivo para os sons da fala. Os resultados encontrados nesse estudo reforçaram a ideia que o déficit de PA(C) em disléxicos é geral, e não somente temporal.

Hommet et al. (2009) realizaram uma pesquisa na tentativa de proporcionar maior conhecimento sobre os processos cerebrais envolvidos na detecção de mudanças de sílaba em disléxicos utilizando PEA. Com a finalidade de investigar se as alterações de processamento duram até a vida

adulta, os autores estudaram *Mismatch Negativity (MMN)* e *Late Discriminative Negativity (LDN)* em crianças e adultos disléxicos, comparando os resultados com um grupo controle. Participaram do estudo 27 disléxicos, sendo 12 crianças e 15 jovens adultos e um grupo controle em quantidade correspondente. O estímulo padrão era /BA/ e o desviante /GA/. Os participantes foram orientados a ignorar o estímulo e a assistir a um programa de televisão sem som. Foram medidos LDN e MMN. Os resultados sugeriram que um tratamento específico para detecção de mudança de estímulo de fala em crianças disléxicas tende a normalizar a alteração na fase adulta. As diferenças entre os grupos, para o MMN e LDN constituíram um achado consistente em todas as idades da amostra. Os resultados indicaram a existência de rearranjos funcionais cerebrais que ocorrem numa fase tardia do desenvolvimento, os quais devem ser levados em consideração na reabilitação de disléxicos.

Hämäläinen et al. (2011) realizaram estudo com 11 adultos bons leitores e 11 com diagnóstico de dislexia, com a finalidade de examinar a relação entre testes comportamentais de PA(C) e processos neurológicos. Eles aplicaram testes de discriminação de duração e frequência, testes de QI (Quociente de Inteligência), vocabulário, memória de dígitos e EEG. O EEG foi realizado com 128 canais, com estímulos em 500 Hz, com variação de 10, 30, 60, 90 e 120 ms. Foram apresentados de forma aleatória, com igual probabilidade, em 10 blocos de 75 estímulos. O intervalo interestímulo variou aleatoriamente entre 2,5 e 3,5 ms. Durante a testagem, os indivíduos assistiram a um filme em silêncio. Os autores investigaram os efeitos do

tempo de subida do som analisando os complexos N1, P2 e *T-complex*. O N1 e P2 apresentaram morfologia típica em adultos com e sem dislexia. Tempos de subida diferentes produziram uma esperada modulação na amplitude de N1 e P2. Essas respostas mostraram um déficit na amplitude quando o tempo de incremento foi aumentado. Esses resultados podem estar relacionados com maiores redes neurais recrutadas para o processamento de tons simples em indivíduos com dislexia.

Savill e Thierry (2011) realizaram estudo projetado para analisar separadamente, a sensibilidade às informações fonológicas e ortográficas em disléxicos e leitores normais. Os autores criaram estímulos visuais de pares de palavras e pseudopalavras, controlados por similaridade fonológica e ortográfica. Para verificar a sensibilidade de leitores e disléxicos à manipulação fonológica e ortográfica, foi solicitado que os participantes identificassem qual era a pseudopalavra alvo e a palavra alvo seguinte semelhante. O teste avaliava a capacidade de processamento no tempo e interações com processamento ortográfico. O grupo que possui alteração de leitura executou a tarefa de forma mais lenta. Participaram do estudo 16 adultos disléxicos e 16 sem alteração de leitura. Foi encontrada diferença entre os grupos para N1, sendo que a latência apresentou-se atrasada para os disléxicos, indicando que as manipulações ortográficas foram processadas de forma menos eficiente. A amplitude P2 também foi maior para o mesmo grupo. Além disso, o grupo estudo também apresentou maiores valores de latência para N2. A latência do componente P300 foi significativamente mais atrasada para o grupo de disléxicos. Esses dados em

conjunto mostram que os disléxicos foram menos influenciados por similaridade ortográfica do que os controles. Uma possível explicação para esse resultado é que o grupo de disléxicos pode ter tido um déficit na entrada do estímulo ortográfico como um todo. A amplitude do P600 foi significativamente menor para o grupo com alteração de leitura, o que, segundo os autores, pode explicar o fraco desempenho dos participantes disléxicos na decisão de similaridade fonológica.

MÉTODOS

4. MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário da Universidade de São Paulo (HU) em reunião ordinária realizada no dia 05 de dezembro de 2008, com número de registro CEP-HU: 853/08 – SISNEP: 0065.0.198.000-08 (Anexo A).

4.1 Casuística

Os dados dessa pesquisa foram coletados no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Processamento Auditivo do Curso de Fonoaudiologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP), localizado no Centro de Docência e Pesquisa do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional, no período de julho de 2009 a outubro de 2010.

Participaram desse estudo 43 indivíduos, com idades entre 9 e 12 anos. Dentre esses sujeitos, 22 constituíram o Grupo Estudo, apresentando diagnóstico de dislexia e 21 foram avaliados para fazer parte do Grupo Controle. Apesar da ausência de queixa dos responsáveis pelos sujeitos, cinco crianças do Grupo Controle precisaram ser excluídas da amostra. Quatro delas apresentaram alteração de processamento auditivo e uma criança foi excluída por estar com avaliação timpanométrica alterada restando 16 sujeitos nesse grupo. Foi encontrada grande dificuldade por parte da pesquisadora em conseguir outros sujeitos para fazerem parte do Grupo Controle, já que para isso a criança não deveria ter qualquer

difficuldade. Provavelmente por esse motivo, não houve interesse dos pais em levar seus filhos para as avaliações e fazerem parte da amostra.

Dentre os indivíduos do Grupo Estudo seis eram do sexo feminino e 16 eram do sexo masculino. O Grupo Controle foi composto por sete sujeitos de sexo masculino e nove do sexo feminino.

Para evitar problemas de caracterização da amostra, optamos por convocar para participar do estudo somente crianças com diagnóstico de dislexia severa da Associação Brasileira de Dislexia (ABD). O diagnóstico realizado por essa instituição é multidisciplinar e de exclusão, já que é realizado por uma equipe composta por psicólogo, fonoaudiólogo e psicopedagogo clínico. Havendo necessidade, poderia constar também nessa avaliação o parecer de outros profissionais como neurologistas, oftalmologistas e outros, conforme o caso. Nessa avaliação foram descartados outros fatores, 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 que pudéssemos estabelecer esta parceria, enviamos o Projeto da Pesquisa para a ABD, tendo sido analisado e aprovado pela coordenação dessa instituição.

Apesar de encontrarmos na literatura diversas denominações para alterações de leitura e escrita, optamos por utilizar o termo dislexia devido ao fato de todos os participantes do Grupo Estudo ter o mesmo diagnóstico concluído pela ABD.

O Grupo Controle foi formado por crianças sem queixa escolar e com bom desempenho relatado pelos pais. São crianças integrantes da família ou conhecidas de sujeitos do Grupo Estudo.

Os pais e/ou responsáveis concordaram com a participação voluntária no estudo, e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido contendo informações sobre a pesquisa, que oferece riscos mínimos para a integridade física da criança.

4.2 Critérios de Seleção

Os critérios de inclusão para o Grupo Estudo foram:

- idade entre nove e 12 anos e 11 meses, ambos os sexos;
- Diagnóstico de dislexia severa fornecido pela ABD;
- Ausência de alterações cognitivas, psicológicas ou neurológicas, comprovadas pelas avaliações realizadas na ABD;
- Avaliação Audiológica Básica, composta por audiometria tonal limiar, limiar de reconhecimento de fala (LRF), índice percentual de reconhecimento de fala (IPRF) e imitanciometria dentro dos limites da normalidade (audiometria com limiares menores ou iguais a 20 dB (padrão ANSI (American National Standards Institute) -69); LRF com respostas iguais ou até 10 dB acima da média dos limiares audiométricos de 500, 1000 e 2000 Hz (Santos e Russo, 1986); IPRF com porcentagem de acerto entre 88% e 100% na intensidade de 30 dB acima do LRF (Jerger et al., 1968); e imitanciometria com curva timpanométrica tipo A (Jerger, 1970) e reflexos

acústicos ipsilaterais presentes entre 85 e 90 dBNA, nas frequências de 500, 1000 e 2000 Hz (Carvallo et al., 2000); e contralaterais presentes entre 70 e 95 dBNA acima do limiar tonal, nas frequências de 500, 1000 e 2000 Hz (Jepsen, 1951; Metz, 1952);

- Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (pesquisa de integridade da via auditiva) dentro dos parâmetros de normalidade sugeridos pelo manual do equipamento e confirmados no estudo realizado por Leite e Matas, 2006 (descritos no Quadro 2 deste capítulo);

- Ausência de alteração oftalmológica ou, quando encontrada, corrigida através de lentes de correção (oftalmologista ABD).

Os critérios para formação do Grupo Controle foram:

- Idades entre nove e 12 anos e 11 meses, de ambos os gêneros;
- Avaliação Audiológica Básica, composta por audiometria tonal limiar, LRF, IPRF e imitanciometria dentro dos limites da normalidade com os mesmos critérios utilizados para o grupo estudo descritos acima;

- PEATE (Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico), para pesquisa de integridade da via auditiva, dentro dos parâmetros de normalidade sugeridos pelo manual do equipamento e confirmados no estudo realizado por Leite e Matas, 2006 (descritos no Quadro 2 deste capítulo);

- Ausência de queixas relacionadas à leitura e desempenho escolar verificados por meio da história do paciente em entrevista com familiar;

- Ausência de antecedentes de comprometimento psicológico ou neurológico evidente, verificados por meio da história do paciente em entrevista com familiar;
- Ausência de alteração oftalmológica relatada pela família ou uso de lentes corretivas;
- Ausência de alteração no Processamento Auditivo, avaliado pelos testes Fala com ruído, Dicótico de Dígitos e Padrão de Frequência.

4.3 Material

Os materiais utilizados estão descritos a seguir:

- Cabina Acústica da marca *Siemens*, calibrada de acordo com a norma ANSI S3.1-1991;
- Otoscópio da marca *Heine*;
- Imitanciômetro da marca *Interacoustics* modelo AT235h, sendo a frequência utilizada de 226 Hz a 65 dBNA. A intensidade para avaliação do reflexo ipsilateral variou de 60 a 105 dB para a frequência de 500 e 1000 Hz, de 60 a 110 dB para a frequência de 2000 Hz, e de 60 a 100 dB para a frequência de 4000 Hz. Para a avaliação do reflexo acústico contralateral, a intensidade variou de 60 a 120 dB para as frequências de 500 a 4000 Hz. O padrão empregado na obtenção das medidas de imitância foi o ANSIS3.39-1987 (Russo, 1999).
- Audiômetro da marca *Grason-Stadler* modelo GSI-61, cuja faixa de frequência é de 125 a 12000 Hz, variação de intensidade de -10 a 110 dBNA para tom puro por via aérea para as frequências de 125 e 12000Hz, -10 a

115 dBNA para as frequências de 250 e 8000 Hz, e de -10 a 120 dBNA para as frequências de 500, 750, 2000, 3000, 4000 e 6000 Hz. A calibração está de acordo com os padrões ANSI S3, 6-1989; ANSI S3, 43-1992; IEC 645-1 (1992); ISSO 389; UL 544 (Russo, 1999);

- Equipamento *NavegadorPromarcaBio-logic® systems corp*, fones de inserção modelo *InsertEarphonesBio-logic*, eletrodos de superfície, conectados à pele do indivíduo pelo uso de pasta eletrolítica e fita adesiva. A sala de avaliação possui proteção elétrica e acústica, o que evita a presença de artefatos que possam dificultar a obtenção e análise dos dados (ANSI, 1996);

- Lista de vocábulos trissílabos para a pesquisa do LRF, e de monossílabos para realização do teste IPRF;

- Fichas com palavras e não palavras para a realização do Teste de Leitura de Palavras Isoladas, e ficha com o texto “A Coisa”, ambos elaborados por Salles e Parente, 2002 (Anexos C, D e E);

- *CompactDisc (CD)* com os testes de Fala com ruído (Pereira e Schochat, 1997), Dicótico de Dígitos (Pereira e Schochat, 1997), e Teste de Padrão de Frequência *Auditec* Adulto (para ser aplicado a partir de 12 anos, de acordo com a *Auditec*);

- *CD Player* da marca *Sony* ou *Panasonic* com saída direta para o audiômetro.

4.4 Procedimento

Todos os participantes da pesquisa receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo B), e após seus pais ou responsáveis lerem, tirarem suas dúvidas e assinarem o documento, foram submetidos aos seguintes procedimentos:

- Anamnese, momento em que foi feito um breve questionamento sobre a história clínica da criança, importante para o critério de seleção dos grupos;

- Meatoscopia, para inspeção do meato acústico externo. Os sujeitos que apresentaram excesso de cerúmen ou presença de secreção foram encaminhados para avaliação e conduta otorrinolaringológica;

- Imitanciometria, com timpanometria e pesquisa do reflexo acústico, ipsi e contralateral nas frequências de 500, 1000 e 2000 Hz;

- Audiometria Tonal Limiar nas frequências de 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000 Hz, e audiometria vocal (LRF e IPRF);

- Foram utilizados três testes para avaliação do Processamento Auditivo (Central) que se encontram descritos a seguir:

O teste fala com ruído avalia atenção seletiva e fechamento auditivo (Pereira e Schochat, 1997). O teste consiste na apresentação de uma lista de vocábulos a uma intensidade de 40 dB acima do LRF do sujeito com um ruído branco apresentado ipsilateralmente a uma intensidade de 20 dB a menos que o estímulo (relação sinal ruído +20 dB). Antes do início do teste, o avaliado recebeu a instrução de ignorar a presença do ruído e a repetir as palavras como elas forem entendidas. O padrão de normalidade usado para

esse teste foi de 68% para a primeira orelha avaliada e de 72% para a segunda (Pereira e Schochat, 1997).

Outro teste utilizado foi o Dicótico de Dígitos (Musiek, 1983), o qual avalia a habilidade de figura-fundo para sons verbais e integração binaural. Ele foi aplicado a uma intensidade de 50 dBNS em relação ao LRF. Os sujeitos avaliados receberam a orientação de repetir a sequência de quatro números ouvidos, apresentadas em pares simultaneamente nas duas orelhas. Foram apresentadas 20 sequências e avaliamos somente integração binaural. Foram consideradas normais as crianças que apresentaram 90% de acertos para cada orelha (Santos e Pereira, 1997).

Para investigar a habilidade de ordenação temporal, foi aplicado o teste de Padrão de Frequência *Auditec* (1997), versão adulta. O teste consiste na apresentação de 30 sequências de três tons, graves ou agudos e com seis combinações diferentes. Essa versão apresenta as seguintes características: tons de 1430 Hz e 880 Hz, com duração de 200 ms, intervalo entre os tons de 150 ms e intervalo entre os padrões de 7s. A intensidade dos estímulos foi de 50 dBNS em relação ao SRT. O teste foi aplicado de forma binaural. A instrução dada foi a de nomear a sequência de tons ouvida como “grosso ou fino”. Os parâmetros de normalidade utilizados foram os estabelecidos por Balen (2001).

- Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE), para verificar a integridade da via auditiva no tronco encefálico. O equipamento utilizado foi *Navigator Pro Bio-logic*. A captação foi obtida por meio de eletrodos de superfície fixados na fronte (Fpz=eletrodo ativo) e mastóides

(A1= eletrodo de referência da orelha esquerda; e A2=eletrodo de referência da orelha direita), sendo o eletrodo terra fixado à orelha contralateral à que estivesse sendo avaliada. Antes da colocação dos eletrodos, os locais foram limpos com gaze e pasta abrasiva para reduzir a impedância; o estímulo utilizado foi do tipo clique rarefeito a 80 dBNA de intensidade e velocidade de 19 estímulos por segundo, totalizando 2000 estímulos para cada traçado coletado, apresentados por meio de fones intra-auriculares do modelo *InsertEarphonesBio-logic*. O filtro utilizado foi de 100 a 3000 Hz. O procedimento foi repetido duas vezes para cada orelha, com a finalidade de verificar a reprodutibilidade dos traçados, garantindo a fidedignidade da resposta. Para esse exame, a criança recebeu a instrução de ficar parada, o mais relaxada possível.

Quadro 1 - Normalidade para PEATE de acordo com o manual do equipamento (*Navigator Pro Bio-logic*)

	Ondas						Intervalos-Interpicos					
80dB	I	Desvio padrão	III	Desvio padrão	V	Desvio padrão	I-III	Desvio padrão	III-V	Desvio padrão	I-V	Desvio padrão
OD	1,54 ms	0,11	3,67 ms	0,12	5,52 ms	0,22	2,13 ms	0,14	1,85 ms	0,17	3,98(0,19) ms	0,19
OE	1,54 ms	0,12	3,69 ms	0,10	5,54 ms	0,19	2,14 ms	0,23	1,86 ms	0,14	4,00(0,20) ms	0,20

Legenda: ms – milissegundos
 OD- orelha direita
 OE – orelha esquerda

- Potencial Auditivo de Longa Latência (P300). O equipamento utilizado foi *Navigator Pro Bio-logic*. A captação foi obtida por meio de eletrodos de superfície fixados na fronte (Fpz=eletrodo terra), no vértex craniano (Cz=eletrodo ativo) e mastóides (A1= eletrodo de referência da orelha esquerda; e A2=eletrodo de referência da orelha direita). Antes da colocação dos eletrodos, os locais foram limpos com gaze e pasta abrasiva para reduzir a impedância. Os parâmetros utilizados para a obtenção desse potencial serão descritos a seguir. Conforme o protocolo feito para a pesquisa, para cada exame realizado foram emitidos por volta de 300 promediações com estímulo monoaural (do tipo *toneburst* com *plateau* de 20 ms e *rise/fall* de 05 ms), para os quais o estímulo frequente foi apresentado em 500 Hz e o raro a 750 Hz; intensidade de ambos os estímulos de 70 dBNA; tempo de análise de 800 ms; filtro de 0,5 a 30 Hz; sensibilidade de 100 μ V; velocidade de apresentação foi de 1,1 estímulos/segundo. Foram utilizados fones de inserção modelo *InsertEarphonesBio-logic*. O exame era encerrado assim que eram dados 50 estímulos raros, variando a quantidade de estímulos frequentes de um exame para o outro. Dos estímulos livres apresentados, 80% eram frequentes e 20% eram raros. Os estímulos raros e frequentes foram apresentados de forma aleatória (paradigma *oddball*). A instrução dada ao sujeito era a de contar mentalmente os estímulos raros e, ao final do exame, dizer o total para a avaliadora. Para garantir que a criança entendeu qual era o estímulo raro e qual a tarefa a ser executada, foi solicitado que o avaliado levantasse a mão ao escutar o primeiro estímulo

raro. O sujeito recebeu a orientação de permanecer com os olhos fechados, ou sem movimentá-los.

Após a coleta dos traçados correspondentes ao estímulo raro e ao frequente, subtraímos uma da outra para, no traçado resultante, marcar o P300, que foi identificado como o maior pico positivo com latência por volta de 300 ms. Após isso, foram marcados N1, P2 e N2, que aparecem na sequência e apresentam polaridade negativa-positiva-negativa, respectivamente.

Foram medidos os valores de latência do N1, P2, N2 e do P300 (e comparados com a tabela de padrão de normalidade abaixo, sugerida por McPherson, 1996), e de amplitude de N1 em relação a P2, de P2 em relação a N2, e do P300 em relação ao N2. Esses componentes foram marcados no traçado resultante dos estímulos frequentes.

Quadro 2 - Parâmetros de normalidade para complexo N1-P2-N2 e P300 (McPherson, 1996).

N1	83-135 ms
P2	137-194 ms
N2	200-280 ms
P300	241-396 ms

Legenda: ms - milissegundos

É importante salientar que, em todos os testes auditivos, iniciamos as avaliações pela OD.

Para que a diferença de desempenho para leitura fosse definida objetivamente entre os grupos, foi aplicada uma prova. A avaliação utilizada foi uma adaptação da Avaliação da Compreensão do Texto e Avaliação de Leitura de Palavras Isoladas desenvolvida pelas autoras Salles e Parente, 2002:

- Avaliação de Compreensão de Texto. Foi apresentado um texto em folha A4 branca plastificada e fonte em Preto; com 215 palavras, o texto é de fácil compreensão. Após a leitura silenciosa, sem tempo determinado, a avaliadora fazia 10 perguntas (tendo uma só resposta correta), também sem tempo determinado, e sem que a criança pudesse retomar o texto. Após isso, eram computados erros e acertos.

- Avaliação de Leitura de Palavras Isoladas. A apresentação das palavras foi realizada em cartelas plastificadas de fundo branco e fonte em preto. A criança recebeu a orientação de ler as palavras em voz alta, mesmo que elas não tivessem significado, já que muitas delas eram não-palavras. Concomitantemente, a leitura foi transcrita pela avaliadora, que computou a quantidade de erros ao final de 30 palavras lidas.

As palavras contidas na lista variavam com relação à regularidade (regulares e irregulares), à lexicalidade (palavras reais e pseudopalavras), à extensão (estímulos curtos e longos), e à familiaridade (frequentes e não frequentes).

A prova original possuía 60 palavras para o teste, porém, como o presente estudo já é constituído por muitas avaliações, utilizou-se uma adaptação feita por Borges (2005), diminuindo a lista de palavras para 30.

Já a prova de compreensão de texto proposta por Salles e Parente (2002) era composta por dois textos diferentes. Neste estudo, utilizamos apenas um, e as perguntas correspondentes que também estão de acordo com a adaptação feita por Borges (2005).

4.5 Método Estatístico

A análise dos dados foi constituída por duas partes: análise descritiva e inferencial. Na análise inferencial, foram aplicados:

- teste de homogeneidade para comparar as distribuições da variável sexo nos grupos Estudo e Controle;
- análise de correlação entre as variáveis do Grupo Estudo, para cada uma das orelhas. Calculou-se o coeficiente de correlação linear de Pearson e testou-se a hipótese de que não há correlação linear entre as variáveis;
- testes de hipóteses para comparação de médias nos dois grupos em que as observações são independentes. Nas situações em que a variável estudada teve distribuição normal, e que houve igualdade de variâncias entre os grupos, o teste aplicado foi o teste t-Student para amostras com mesma variância. Se a variável estudada teve distribuição normal e não houve igualdade de variâncias entre os grupos, o teste aplicado foi o teste t-Student para amostras com variâncias diferentes. Quando a variável estudada não teve distribuição normal, o teste aplicado foi o não-paramétrico de Mann-Whitney (nesse caso, as medianas da variável resposta foram comparadas entre os grupos);

- testes de hipóteses para comparação de médias entre as orelhas Direita e Esquerda, em que as observações foram dependentes. Nas situações em que a diferença entre os valores correspondentes da variável estudada, nas duas orelhas, teve distribuição normal, o teste aplicado foi o teste t-pareado. Se a diferença entre os valores correspondentes da variável estudada, nas duas orelhas, não teve distribuição normal, o teste aplicado foi o teste não-paramétrico de Friedman (nesse caso, as medianas da variável resposta são comparadas entre as orelhas).

O nível de significância adotado na conclusão dos testes foi de 5%. A verificação das suposições para a aplicação dos testes é sempre realizada por meio da construção de gráficos de probabilidade normal e de testes de igualdade de variâncias.

RESULTADOS

5. RESULTADOS

Neste capítulo, serão apresentados os resultados das avaliações de leitura, comportamental de PA(C) e eletrofisiológica em 38 crianças, das quais 22 pertencem ao Grupo Estudo (com diagnóstico de dislexia) e 16 ao Grupo Controle (sem alteração de leitura).

5.1 Casuística

A média das idades dos sujeitos do Grupo Estudo foi de 11,23 anos, enquanto a média dos sujeitos do Grupo Controle foi de 10,75. A seguir, as Tabelas 1 e 2 mostram a distribuição dos sujeitos por idade e sexo dos grupos Estudo e Controle.

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

Faixa Etária (anos)	9	10	11	12	Total
Masculino	1	4	0	5	10
Feminino	0	1	6	5	12
Total	1	5	6	10	22

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

Faixa Etária (anos)	9	10	11	12	Total
Masculino	1	0	1	5	7
Feminino	2	4	2	1	9
Total	3	4	3	6	16

5.2 Provas de Leitura

De acordo com os Quadros 3 e 4 e as Tabelas 3 e 4, o Grupo Estudo apresentou um desempenho pior que o do Grupo Controle tanto para Leitura de Palavras Isoladas, como para Compreensão de Texto. Esses resultados foram estatisticamente significantes.

Resultados

Quadro 3 - *Boxplot* da variável número de acertos em Compreensão de Texto por grupo.

Quadro 4 - *Boxplot* da variável número de acertos em Leitura de Palavras Isoladas.

Tabela 3 – Comparação da variável Compreensão de Texto entre os grupos Estudo e Controle (número de acertos).

Grupo	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	P
Estudo	22	6,73 (67,27%)	7,5 (75%)	3,027	0,024
Normal	16	8,88 (88,75%)	9,0 (90%)	1,147	

Legenda: N – número de sujeitos
P- valor de significância

Tabela 4 - Comparação da variável Leitura de Palavras Isoladas entre os grupos Estudo e Controle (número de acertos).

Grupo	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	P
Estudo	22	24,45 (81,51%)	26,0 (86,67%)	6,270	< 0,001
Normal	16	29,13 (97,08%)	29,0 (96,67%)	1,025	

Legenda: N – número de sujeitos
P- valor de significância

5.3 Avaliação do Processamento Auditivo Comportamental

Na avaliação comportamental do PA(C) os sujeitos do Grupo Estudo apresentaram o seguinte desempenho: um (4,55%) sujeito apresentou alteração do teste fala com ruído, sete (31,82%) apresentaram alteração do Dicótico de Dígitos e todos os 22 disléxicos apresentaram alteração no teste de Padrão de Frequência. Esses resultados estão ilustrados no Quadro 5.

Quadro 5 - Quantidade de sujeitos com alteração na Avaliação Comportamental do PA(C).

A Tabela 5 mostra uma diferença no Teste de Padrão de Frequência, entre os grupos Estudo e Controle. Esse resultado foi estatisticamente significativo.

Tabela 5 - Comparação da variável Teste Padrão de Frequência entre os grupos Estudo e Controle (%)

Grupo	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	P
Estudo	22	53,35	56,66	18,356	< 0,001
Controle	16	89,16	86,66	5,579	

Legenda: N – número de sujeitos
P- valor de significância

Segundo as Tabelas 6 e 7, houve diferença para o teste Fala com Ruído entre os resultados de OD e OE, no Grupo Estudo, sendo que a

média menor foi da OD. Essa diferença foi estatisticamente significativa, como podemos observar na Tabela 7.

Tabela 6 – Comparação da variável Teste Fala com Ruído por grupo e orelha (%)

Grupo	Orelha	N	Média	Mediana	Desvio Padrão
Estudo	D	22	81,82	80,0	7,481
	E	22	86,91	88,0	9,253
Controle	D	16	84,5	88,0	9,452
	E	16	86,5	86,0	8,246

Legenda: N – número de sujeito

D- orelha direita

E- orelha esquerda

P- valor de significância

Tabela 7 - Valores **P** dos testes de comparações de médias para a variável Teste Fala com Ruído.

Grupo	P
Grupo Estudo - OD x Grupo Estudo - OE	< 0,001
Grupo Controle - OD x Grupo Controle - OE	0,216
Grupo Estudo - OD x Grupo Controle - OD	0,335
Grupo Estudo - OE x Grupo Controle - OE	0,889

Legenda: OD- orelha direita

OE- orelha esquerda

P- valor de significância

De acordo com a Tabela 8, verificamos diferença entre os resultados da variável Teste Dicótico de Dígitos para os grupos Estudo e Controle, sendo que o Grupo Controle apresentou um melhor desempenho. Essa comparação foi estatisticamente significativa somente para a OE, como podemos observar na Tabela 9.

Tabela 8 – Comparação da variável Teste Dicótico de Dígitos por grupo e orelha (%)

Grupo	Orelha	N	Média	Mediana	Desvio Padrão
Estudo	D	22	94,57	97,50	5,339
	E	22	92,41	93,75	5,569
Controle	D	16	97,69	97,50	2,323
	E	16	97,19	97,50	2,869

Legenda: N – número de sujeitos
D- orelha direita
E- orelha esquerda

Tabela 9 – Valores *P* dos testes de comparações de médias para a variável Teste Dicótico de Dígitos

Grupo	<i>P</i>
Grupo Estudo - OD x Grupo Estudo - OE	0,139
Grupo Controle - OD x Grupo Controle - OE	0,499
Grupo Estudo - OD x Grupo Controle - OD	0,068
Grupo Estudo - OE x Grupo Controle - OE	0,002

Legenda: OD- orelha direita
OE- orelha esquerda
P- valor de significância

5.4 Avaliação Eletrofisiológica

Um sujeito do Grupo Estudo apresentou ausência do P300. Utilizamos o valor de 500 ms para a latência e 0 μ v para amplitude. O valor de 500 ms foi adotado devido ao valor máximo de latência encontrado em estudos anteriores realizados com sujeitos de faixa etária semelhantes: 530 ms para Polich et al. (1990); 540 ms no estudo de Oades et al. (1997); e 450 ms para Hirayasu et al. (2000).

De acordo com a Tabela 10, observamos diferença em valor absoluto entre os resultados dos grupos Estudo e Controle para os valores de Latência do componente P300. Entretanto, de acordo com a Tabela 11, essa diferença não foi estatisticamente significativa.

Tabela 10 – Comparação da variável Latência do P300 por grupo e orelha (ms)

Grupo	Orelha	N	Média	Mediana	Desvio Padrão
Estudo	D	22	319,88	307,34	52,916
	E	22	318,03	315,15	28,199
Controle	D	16	307,47	315,69	41,011
	E	16	304,35	292,77	39,931

Legenda: N – número de sujeitos

D- orelha direita

E- orelha esquerda

Tabela 11 - Valores **P** dos testes de comparações de médias para a variável Latência do P300.

Grupo	<i>P</i>
Grupo Estudo - OD x Grupo Estudo - OE	0,893
Grupo Controle - OD x Grupo Controle - OE	0,697
Grupo Estudo - OD x Grupo Controle - OD	0,440
Grupo Estudo - OE x Grupo Controle - OE	0,223

Legenda: OD- orelha direita

OE- orelha esquerda

P- valor de significância

A Tabela 12 mostra que houve diferença entre as médias de OD e OE e entre os grupos, mas, de acordo com a Tabela 13, esses resultados não foram estatisticamente significantes.

Tabela 12 – Comparação da variável Amplitude do P300 por grupo e orelha (μV)

Grupo	Orelha	N	Média	Mediana	Desvio Padrão
Estudo	D	22	3,66	2,90	3,079
	E	22	4,97	3,41	4,010
Controle	D	16	4,66	2,73	4,130
	E	16	6,17	4,97	4,558

Legenda: N – número de sujeitos

D- orelha direita

E- orelha esquerda

Tabela 13 - Valores *P* dos testes de comparações de médias para a variável Amplitude do P300.

Grupo	<i>P</i>
Grupo Estudo - OD x Grupo Estudo - OE	0,154
Grupo Controle - OD x Grupo Controle - OE	0,255
Grupo Estudo - OD x Grupo Controle - OD	0,399
Grupo Estudo - OE x Grupo Controle - OE	0,393

Legenda: OD- orelha direita

OE- orelha esquerda

P- valor de significância

Segundo as Tabelas 14 e 15, não houve diferença estatisticamente significativa entre as orelhas Direita e Esquerda em ambos os grupos, nem diferença entre as médias dos grupos Estudo e Controle, nas duas orelhas, para a latência de N1.

Tabela 14 - Comparação da variável Latência de N1 por grupo e por orelha (ms).

Grupo	Orelha	N	Média	Mediana	Desvio Padrão
Estudo	D	22	120,67	116,84	17,645
	E	22	121,76	118,92	16,946
Controle	D	16	117,88	112,67	22,102
	E	16	121,32	118,40	20,048

Legenda: N – número de sujeitos

D- orelha direita

E- orelha esquerda

Tabela 15 - Valores *P* dos testes de comparações de médias para a variável Latência de N1.

Grupo	<i>P</i>
Grupo Estudo - OD x Grupo Estudo - OE	0,801
Grupo Controle - OD x Grupo Controle - OE	0,669
Grupo Estudo - OD x Grupo Controle - OD	0,668
Grupo Estudo - OE x Grupo Controle - OE	0,942

Legenda: OD- orelha direita

OE- orelha esquerda

P- valor de significância

De acordo com a Tabela 16, observamos que houve diferença entre as orelhas e entre os grupos para P2. A Tabela 17 mostra que essas diferenças não foram estatisticamente significantes.

Tabela 16 - Comparação da variável Latência de P2 por grupo e por orelha (ms).

Grupo	Orelha	N	Média	Mediana	Desvio Padrão
Estudo	D	22	187,62	186,06	21,162
	E	22	186,68	187,62	30,412
Normal	D	16	180,68	179,82	28,175
	E	16	182,68	176,17	34,547

Legenda: N – número de sujeitos

D- orelha direita

E- orelha esquerda

Tabela 17 - Valores *P* dos testes de comparações de médias para a variável P2.

Grupo	<i>P</i>
Grupo Estudo - OD x Grupo Estudo – OE	0,875
Grupo Controle - OD x Grupo Controle - OE	0,838
Grupo Estudo - OD x Grupo Controle - OD	0,391
Grupo Estudo - OE x Grupo Controle - OE	0,708

Legenda: OD- orelha direita

OE- orelha esquerda

P- valor de significância

As Tabelas 18 e 19 mostram que a média de N2 no Grupo Estudo é maior do que no Grupo Controle para ambas as orelhas, sendo estatisticamente significante somente para a OD, como podemos observar na Tabela 19.

Tabela 18 - Comparação da variável Latência de N2 por grupo e por orelha (ms).

Grupo	Orelha	N	Média	Mediana	Desvio Padrão
Estudo	D	22	254,44	253,73	29,731
	E	22	243,87	244,34	27,858
Controle	D	16	230,57	229,79	29,559
	E	16	234,34	232,91	36,322

Legenda: N – número de sujeitos
D- orelha direita
E- orelha esquerda

Tabela 19 - Valores *P* dos testes de comparações de médias para a variável Latência de N2.

Grupo	<i>P</i>
Grupo Estudo - OD x Grupo Estudo - OE	0,222
Grupo Controle - OD x Grupo Controle - OE	0,708
Grupo Estudo - OD x Grupo Controle - OD	0,019
Grupo Estudo - OE x Grupo Controle - OE	0,366

Legenda: OD- orelha direita
OE- orelha esquerda
P- valor de significância

Segundo as Tabelas 20 e 21, não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias das orelhas Direita e Esquerda em ambos os grupos, e não houve diferença entre as médias nos grupos Estudo e Controle, nas duas orelhas para a amplitude N1-P2.

Tabela 20 - Comparação da variável Amplitude N1-P2 por grupo e por orelha (μV).

Grupo	Orelha	N	Média	Mediana	Desvio Padrão
Estudo	D	22	5,33	5,18	2,652
	E	22	4,16	3,57	3,396
Controle	D	16	4,23	3,78	2,202
	E	16	5,48	4,91	4,072

Legenda: N – número de sujeitos

D- orelha direita

E- orelha esquerda

Tabela 21 - Valores *P* dos testes de comparações de médias para a variável amplitude N1-P2 (μV).

Grupo	<i>P</i>
Grupo Estudo - OD x Grupo Estudo - OE	0,243
Grupo Controle - OD x Grupo Controle - OE	0,225
Grupo Estudo - OD x Grupo Controle - OD	0,114
Grupo Estudo - OE x Grupo Controle - OE	0,721

Legenda: OD- orelha direita

OE- orelha esquerda

P- valor de significância

De acordo com as Tabelas 22 e 23, não houve diferença entre as médias das orelhas Direita e Esquerda em ambos os grupos para amplitude de P2-N2. A média da amplitude de P2-N2 no Grupo Estudo foi maior do que no Grupo Controle na Orelha Direita. Esse resultado foi estatisticamente significativo para Orelha Direita, como podemos ver na Tabela 23. Não houve diferença entre as médias para amplitude de P2-N2 nos grupos Estudo e Controle na OE.

Tabela 22 - Comparação da variável Amplitude P2-N2 por grupo e por orelha (μV).

Grupo	Orelha	N	Média	Mediana	Desvio Padrão
Estudo	D	22	4,70	3,59	2,547
	E	22	3,23	2,73	2,014
Controle	D	16	2,63	1,41	2,519
	E	16	3,37	3,11	2,335

Legenda: N – número de sujeitos

D- orelha direita

E- orelha esquerda

Tabela 23 - Valores **P** dos testes de comparações de médias para a variável P2-N2 (μV).

Grupo	<i>P</i>
Grupo Estudo - OD x Grupo Estudo - OE	0,406
Grupo Controle - OD x Grupo Controle - OE	0,405
Grupo Estudo - OD x Grupo Controle - OD	0,023
Grupo Estudo - OE x Grupo Controle - OE	0,694

Legenda: OD- orelha direita

OE- orelha esquerda

P- valor de significância

DISCUSSÃO

6. DISCUSSÃO

Neste capítulo, será realizada uma análise crítica dos resultados obtidos nesse estudo, mediante comparação com a literatura consultada. A discussão dos achados será realizada considerando três variáveis: leitura, avaliação comportamental do PA(C) e avaliação eletrofisiológica do PA(C).

Primeiramente, serão feitos alguns comentários a respeito da casuística.

6.1 Análise da casuística

As Tabelas 1 e 2 mostram a distribuição dos indivíduos por gênero e idade. Como podemos ver nas Tabelas 1 e 2, há uma diferença entre o número de sujeitos dos Grupos Estudo e Controle. No total, foram avaliadas 22 crianças disléxicas e 21 crianças sem queixas de aprendizagem, porém conforme explicado anteriormente, cinco crianças do Grupo Controle foram eliminadas da amostra por não obedecerem a todos os critérios de inclusão e exclusão determinados para este estudo. A faixa etária das crianças estudadas foi de 9 a 12 anos de idade, sendo que a média das idades dos sujeitos do Grupo Estudo foi de 11,23 anos, enquanto a média dos sujeitos do Grupo Controle foi de 10,75. A escolha da faixa etária foi baseada, principalmente, na idade de alfabetização e devido à similaridade com outros estudos sobre assunto (Tallal, 1980; Santos, 2007).

6.2 Análise das Provas de Leitura

O Grupo Estudo do presente trabalho apresentou uma média de 24,45 de palavras certas e 6,73 respostas corretas para as questões de compreensão de texto, o que significou 81,51% de acertos para Leitura de Palavras Isoladas e 67,27% de acertos para as questões de Compreensão de Texto. Já o Grupo Controle apresentou uma média de 29,13 de palavras certas e 8,88 respostas corretas para as questões de compreensão de texto, o que significou 88,75% de acertos para Leitura de Palavras Isoladas e 97,08% de acertos para as questões de Compreensão de Texto. Esses dados podem ser observados nas Tabelas 3 e 4, e mostram que mesmo sendo crianças mais velhas, os disléxicos do presente estudo apresentaram um desempenho bastante inferior. De acordo com os resultados apresentados, pudemos perceber que esse teste foi eficiente para evidenciar a diferença do desempenho do Grupo Estudo em comparação ao Grupo Controle.

Essa avaliação foi desenvolvida e utilizada por Salles e Parente (2002), tendo sido aplicada em 46 crianças de 6 a 9 anos sem queixas de leitura. O grupo que participou da pesquisa de Salles e Parente apresentou uma média de acertos de 84,3% para a leitura de palavras isoladas e 81,71% para as repostas de compreensão de texto. No estudo de Capellini et al. (2008) disléxicos apresentaram alteração na caracterização fonológica, evidenciada pelo desempenho inferior nas tarefas de rima e aliteração quando comparados a um grupo controle. Esses resultados, segundo as

autoras, sugerem que os sujeitos apresentam comprometimento de atenção, discriminação e percepção de segmentos semelhantes.

Nota-se a grande facilidade do Grupo Controle da presente pesquisa, já que são crianças alfabetizadas já há algum tempo e sem dificuldades de leitura. Observamos também essa diferença de desempenho entre os grupos nas tarefas de leitura nos Quadros 4 e 5. Essa diferença de desempenho constatada em nosso estudo aconteceu, provavelmente, por um déficit no processamento fonológico das crianças disléxicas.

Em nosso estudo, os disléxicos apresentaram um desempenho em leitura e compreensão inferior ao de crianças sem queixa de leitura, o que demonstra um possível déficit fonológico e um comprometimento de habilidades que podem estar associadas às alterações encontradas no teste que avalia o processamento temporal, como discriminação e percepção de segmentos semelhantes. Esse déficit só poderia ser confirmado com a aplicação de provas de consciência fonológica, o que não foi realizado neste estudo. Bonte e Blomert (2004) correlacionaram PEALLs com processamento fonológico durante o reconhecimento de palavras para crianças disléxicas e leitoras normais. Assim como Capellini et al. (2008), os autores também concluíram que seus resultados indicaram uma alteração do processamento fonológico em disléxicos.

Borges (2005) também utilizou uma adaptação do protocolo de Salles e Parente (2002). A autora referiu que o grupo estudo apresentou desempenho bastante inferior em relação às crianças do estudo original, enquanto o grupo controle apresentou um ótimo desempenho. A autora

também ressaltou um alto valor para o desvio padrão, revelando grande variabilidade no número de acertos para cada criança deste grupo. No presente estudo, o desvio padrão não teve um valor alto, sugerindo que, talvez, nosso grupo de disléxicos tenha sido mais homogêneo que o grupo do estudo citado, em relação às dificuldades de leitura.

6.3 Avaliação Comportamental de Processamento Auditivo (Central)

Avaliamos nosso grupo de disléxicos quanto ao PA(C) por meio dos testes Fala com Ruído, Dicótico de Dígitos e Padrão de Frequência. Foi escolhida essa bateria por serem testes de fácil aplicação e entendimento dos sujeitos, e por avaliarem diferentes habilidades auditivas.

No Teste de Padrão de Frequência, todos os sujeitos do Grupo Estudo apresentaram alteração, sendo que a média de acertos para esse teste foi de 53,35%. Esses dados podem ser observados no Quadro 5 e na Tabela 5, respectivamente. Já o Grupo Controle apresentou uma média de 89,16% de acertos para o mesmo teste. De acordo com esses resultados, observamos um baixo desempenho do Grupo Estudo para o Teste Padrão de Frequência, sendo que esse resultado foi estatisticamente significativo. No Teste Fala com Ruído, a maioria apresentou resultados normais. Não houve diferença significativa intergrupos, houve diferença estatisticamente significativa apenas entre orelhas no Grupo Estudo. Observamos diferença de resultados entre os grupos para o Teste Dicótico de Dígitos, sendo que o Grupo Estudo apresentou um desempenho pior que o Grupo Controle

(Tabela 8). Essa comparação foi estatisticamente significativa somente para OE, como pode ser visto na Tabela 9.

Nossos achados de baixo desempenho de PA(C) temporal do Grupo Estudo, quando comparados com os do Grupo Controle corroboram o estudo de Ingelghem et al. (2001), que estudaram o processamento temporal em indivíduos com dislexia, comparando-os com um grupo controle de sujeitos com desenvolvimento típico. Os indivíduos foram avaliados mediante testes comportamentais que avaliam o PA(C) (detecção de intervalos de silêncio). Os autores encontraram diferenças significantes para avaliação de PA(C) temporal, e esses resultados foram estatisticamente significantes, quando relacionadas à habilidade de leitura de palavras e não palavras. Os mesmos resultados foram encontrados por Tallal (1980), que investigou PA(C) temporal em crianças disléxicas e em um grupo controle. A autora concluiu que um déficit no PA para sons curtos pode afetar a percepção de sons da fala, levando a um déficit de consciência fonológica e posteriores problemas de leitura, e podendo ser a base da dificuldade de se analisar o código fonético de forma eficiente. Boscariol (2010) também encontrou alteração de PA temporal em disléxicos.

Os resultados encontrados por Vandermostena et al. (2010) demonstraram correlações significantes entre o desempenho em tarefas temporais e a capacidade de leitura e escrita. Eles têm como hipótese que este comprometimento de processamento temporal em indivíduos disléxicos pode ser especificado pela falta de especialização neural do sistema auditivo para o processamento de pistas temporais. No presente estudo, observamos

uma coexistência de alteração na resolução de frequência de sons e dificuldade de leitura, já que a análise estatística desses dados foi significativa. Acreditamos que a hipótese de Vandermostena (2010) também possa justificar as alterações dos disléxicos que participaram do presente estudo, devido ao baixo desempenho nas provas de leitura combinado ao fato de que todos os indivíduos do Grupo Estudo apresentaram alteração do Teste Padrão de Frequência.

Diferentemente do desvio padrão do Grupo Controle, no Grupo Estudo, esse valor foi alto (18,356), como podemos ver na Tabela 5, o que demonstra que o desempenho das crianças disléxicas foi bastante variado no Teste Padrão de Frequência. Esse achado sugere que podem existir diferentes níveis de comprometimento do processamento temporal e, muito provavelmente, diferentes graus e/ou tipos de dislexia. Schochat e Musiek (2006), Dawes e Bishop (2008) e Abdo et al. (2010) também encontraram um alto valor de desvio padrão para o Teste Padrão de Frequência.

Existem muitas controvérsias sobre a dislexia. Uma delas é justamente saber se a dificuldade está no PA(C) de forma geral ou especificamente para a percepção de diferenças temporais de sons de fala, ou ainda se a dificuldade é específica para mudanças rápidas temporais ou abrangem uma gama mais ampla de PA (Vandermostena, 2010).

Simões & Schochat (2010) compararam os grupos de crianças com TPAC e crianças disléxicas, quanto ao desempenho em testes de PA(C). Os indivíduos com dislexia apresentaram alteração somente do teste temporal. Já em nosso estudo, na comparação intergrupos, encontramos alteração

também no teste Dicótico de Dígitos, e, apesar de ter sido estatisticamente significativa apenas para a OE, é um dado que precisa ser valorizado. Podemos pensar na hipótese de que se o número de sujeitos tivesse sido maior na amostra da presente pesquisa, o resultado para o Teste Dicótico de Dígitos poderia ter dado significativo para a OD também, o que sugeriria um comprometimento global do PA(C), e não só temporal.

A pesquisa de Saurer et al. (2006) corroboram esse achado, pois os autores observaram que os indivíduos com dislexia apresentaram diferença estatisticamente significativa em relação ao grupo com desenvolvimento típico, em todos os testes de avaliação comportamental do PA(C). Foram aplicados os testes dicótico de dígitos, dicótico não-verbal e SSW.

Furbeta e Felipe (2005) avaliaram o desempenho de nove crianças com dificuldade de leitura e escrita na avaliação comportamental simplificada do PA(C). Os autores concluíram que os resultados apontam uma relação entre leitura e escrita e dificuldades de PA(C), uma vez que todos os participantes com dificuldade de leitura e escrita falharam na avaliação simplificada de PA(C). Segundo os autores, os testes mais eficientes foram: memória sequencial com quatro sílabas e memória sequencial para sons instrumentais, concluindo que a habilidade afetada foi memória de curto prazo. Em nosso estudo, também constatamos uma provável alteração de memória sequencial, visto que os disléxicos apresentaram alteração no teste Padrão de Frequência. Além disso, nosso Grupo Estudo apresentou também desempenho inferior ao Grupo Controle no Teste Dicótico de Dígitos, com média de acertos de 94,47% para OD e 92,41% para OE, e 97,69% para OD

e 97,19% para OE, respectivamente. Essa diferença foi estatisticamente significativa somente para a OE, o que sugere um possível comprometimento mais amplo do processamento auditivo, e não somente com relação ao aspecto temporal.

Dawes et al. (2009) não encontraram associação entre PA(C) e alteração de leitura, apesar dos indivíduos disléxicos terem apresentado dificuldade de PA(C). Eles utilizaram uma bateria de testes verbais e não verbais. Os autores acreditaram que essa alteração pode ter outras consequências; como por exemplo, o pobre desempenho no teste de fala com ruído, o qual pode indicar que o indivíduo tenha dificuldade em ambientes acústicos desfavoráveis. Os autores sugeriram que a dificuldade de percepção auditiva deve ser vista como parte de uma alteração multifatorial de problemas de aprendizagem, e não como uma categoria diagnóstica. Na presente pesquisa, a maioria dos sujeitos apresentou resultados normais para o teste Fala com Ruído, porém, no Grupo Estudo, observamos uma diferença estatisticamente significativa entre as orelhas. Não houve diferença estatisticamente significativa intergrupo. De acordo com Huttunen et al. (2007) e Mazzotta e Galai (1992) os disléxicos apresentam uma diferença de ativação dos hemisférios, o que poderia justificar os nossos resultados. Huttunen et al. (2007) avaliaram crianças com e sem dislexia com um paradigma *oddball*. Os autores concluíram que uma pequena diferença foi encontrada, sugerindo uma maior ativação do hemisfério esquerdo no grupo com deficiência de leitura. Mazzotta e Galai (1992) estudaram o P300 auditivo em 10 disléxicos, comparando-os a um

grupo controle. Os autores encontraram menores amplitudes para N2-P300 para a orelha direita. Esses achados confirmaram a hipótese de funcionamento reduzido do hemisfério direito durante o processo de análise de informação em disléxicos.

Segundo Fiez et al. (1995), pistas temporais de fala e estímulos não verbais parecem ser analisados pelo hemisfério esquerdo, enquanto o hemisfério direito parece estar envolvido na análise das mudanças mais lentas do sinal acústico. Esse fato poderia explicar um melhor desempenho do nosso Grupo Estudo, quando o teste foi realizado na OE.

Ainda encontramos mais uma explicação para essa diferença estatisticamente significativa entre as orelhas. O desempenho pode ter sido diferente pela aprendizagem do teste, ou seja, mesmo que o resultado tenha dado normal, a criança apresentou um melhor desempenho para a segunda orelha testada, já que a avaliação foi sempre iniciada pela OD. Estes resultados estão de acordo com um estudo realizado por Pereira (1993) que teve como objetivo investigar o efeito do ruído branco na inteligibilidade de palavras monossilábicas em indivíduos normo-ouvintes, no qual a autora verificou diferença estatisticamente significativa quanto à ordem de testagem das orelhas, sugerindo uma aprendizagem durante a realização da avaliação. Freitas et al. (2005) realizaram um estudo com um grupo de indivíduos jovens normo-ouvintes, com o objetivo de verificar a confiabilidade dos limiares de reconhecimento de sentenças no silêncio e na presença de ruído. Os autores também verificaram que a segunda orelha testada apresentou resultados melhores em relação à primeira. Schochat (1994)

realizou um estudo com jovens e idosos normo-ouvintes e portadores de perda auditiva neurossensorial, verificando também a importância do efeito da aprendizagem representado por melhores resultados na avaliação da segunda orelha.

6.4 Avaliação Eletrofisiológica

Nessa parte do capítulo, discutiremos os resultados encontrados para os PEALLs.

De acordo com a Tabela 10, observamos diferença em valor absoluto entre os resultados dos grupos Estudo e Controle para os valores de Latência do componente P300, 319,88 para OD e 318,03 para OE e 304,35 para OD e 307,47 para OE, respectivamente. Podemos perceber que os valores de Latência do P300 foram maiores no Grupo Estudo, entretanto, de acordo com a Tabela 11, essa diferença não foi estatisticamente significativa. O mesmo aconteceu com os achados para o parâmetro de Amplitude do P300: o Grupo Estudo apresentou 3,66 para OD e 4,97 para OE e o Grupo Controle 4,66 para OD e 6,17 para a OE. Essas diferenças entre as médias das amplitudes entre as orelhas e entre os grupos podem ser observadas na Tabela 12, e mostram que os disléxicos apresentaram menores valores absolutos de amplitude em relação às crianças sem queixa de leitura e escrita. Entretanto, de acordo com a Tabela 13, esses resultados não foram estatisticamente significantes.

Farias et al. (2004) estudaram o P300 em 43 crianças com histórico de repetência escolar e em 60 crianças sem esse histórico. As crianças com repetência escolar apresentaram valores maiores de latência do P300. O mesmo aconteceu com os disléxicos que participaram do presente estudo. Na pesquisa de Farias et al. (2004), comparando as médias entre os grupos, observamos que, a diferença de desempenho é muito maior. A média de latência do P300 para o grupo controle foi de 332,25 ms e do grupo estudo foi de 413,23 ms, enquanto que, na presente pesquisa, as diferenças entre os dois grupos foi menor, conforme pode ser visto anteriormente. Entretanto, existe uma importante diferença no método dos estudos. Nossa pesquisa tem como Grupo Estudo somente crianças disléxicas, já na pesquisa citada, as crianças apresentam repetência escolar, podendo ter ocorrido por diversos motivos que não só por uma dificuldade de leitura e escrita. Os autores descreveram como critério de exclusão somente ter audição normal, timpanograma com curva tipo A e presença de reflexos acústicos. Talvez essas crianças apresentem um importante atraso de linguagem, o que pode justificar um atraso maior de latência do componente P300 em relação às nossas crianças disléxicas.

Mazzotta e Galai (1992) estudaram o P300 auditivo em 10 disléxicos, comparando-os a um grupo controle. O grupo estudo apresentou latência maior para P300 e menor amplitude para N2-P300, sendo que as menores amplitudes foram encontradas para os resultados da orelha direita. Diferentemente dos nossos resultados, esse estudo apresentou significância estatística. Uma hipótese para justificar essa diferença entre os estudos

pode ser a diferença de diagnóstico da dislexia. Todos os participantes do estudo de Mazzotta e Galai (1992) foram classificados como disléxicos fonológicos, já os nossos sujeitos tem diagnóstico de dislexia severa, contudo, o tipo da dislexia não foi definido pela ABD.

Moisescu-Yiiflach e Pratt (2005) avaliaram adultos disléxicos de alto funcionamento com estímulos de fala na condição ativa e passiva. Os estímulos utilizados foram ruído branco, ruído branco com gap e estímulos verbais. Em ambas as condições, os autores encontraram diferença estatisticamente significativa entre os grupos com todos os estímulos utilizados, para o parâmetro P300. Provavelmente, devido à diferença de estímulos utilizados em relação ao nosso estudo, os nossos resultados não foram significantes.

Breznitz e Misra (2003) realizaram estudo com disléxicos universitários e controles. Os autores encontraram tempos de reação maiores e maiores valores de latência do P300 para os leitores disléxicos em comparação ao grupo controle. Savill e Thierry (2011) também realizaram estudo com adultos disléxicos, e obtiveram os mesmos resultados. Esses estudos apresentaram achados semelhantes aos nossos, mesmo havendo uma discrepância em relação à idade dos participantes. Porém, os autores encontraram significância estatística de respostas, o que não ocorreu em nosso estudo. Nesse caso, a ausência de significância estatística pode ter acontecido pelo baixo número de sujeitos, quando comparado ao estudo de Breznitz e Misra (2003), que estudaram 40 disléxicos e 40 controles, ou pela discrepância do número de sujeitos entre o Grupo Estudo e o Grupo

Controle, já que Savill e Thierry (2011) estudaram 16 disléxicos e 16 controles. Outro fator que pode ter influenciado nessa diferença entre os estudos é que ambos os estudos comparativos realizaram a pesquisa dos potenciais com estímulos de fala enquanto nosso estudo foi realizado com estímulos não verbais.

Fosker e Thierry (2004) submeteram adultos disléxicos a um teste de leitura (*Dyslexia Adult Screening Test - DAST*) e ao exame de PEALL. Participaram do estudo 12 disléxicos e 12 controles adultos, pareados em uma tarefa de decisão lexical com manipulação fonológica, mas sem receber instrução de prestar atenção nessa mudança fonêmica. Foi utilizado paradigma *oddball*. Todos os disléxicos apresentaram ausência do P3a. Os autores concluíram que esse achado demonstrou que disléxicos não têm conhecimento fonológico para diferenciar estímulos padrão de estímulos desviantes, ou seja, eles não foram capazes de utilizar os mecanismos de atenção para detectar mudanças fonêmicas. Além disso, os autores afirmaram que os disléxicos são mais lentos que os leitores normais em relação à linguagem e à decisão lexical. Em nosso estudo, os disléxicos não só apresentaram o componente P300, como a diferença para o Grupo Controle não foi estatisticamente significativa. Podemos justificar a diferença entre os resultados das pesquisas pela diferença no método empregado em cada uma delas. Nós utilizamos paradigma *oddball* ativo e o estudo citado utilizou paradigma *oddball* passivo. Diante disso, podemos supor que mostrar a diferença entre os estímulos frequente e padrão faz diferença no desempenho do disléxico para desempenhar a tarefa de discriminação de

frequência dos sons, já que, quando se utiliza a metodologia ativa, supõe-se que a atenção facilitará esta discriminação.

Em uma continuação ao estudo acima citado, Fosker e Thierry (2005) realizaram estudo com P3b e não encontraram significância para esse parâmetro, apesar de uma clara diferença de competência de leitura entre os grupos. Esses dois estudos possuem desenhos semelhantes e foram realizados pelos mesmos pesquisadores, mudando apenas as condições do exame (passiva e ativa, respectivamente). O presente estudo foi realizado somente na condição ativa. Assim como no estudo de Fosker e Thierry (2005), observamos diferença de desempenho entre os grupos, mas não foi encontrada significância estatística para essa diferença. No caso do estudo citado, os resultados provavelmente não foram significantes devido à idade da amostra, já que a amostra era formada por adultos. Pode ser que adultos disléxicos, de uma forma geral, ao longo da vida, desenvolvam estratégias de compensação para as dificuldades que apresentam. Já na presente pesquisa, o desempenho dos nossos indivíduos pode ter sido influenciado pelo fato de serem indivíduos que já fizeram, ou ainda fazem, terapia para as alterações de leitura e escrita. Esse fator pode ter influenciado positivamente o desempenho nos testes eletrofisiológicos e até na avaliação comportamental, exceto no Teste de Padrão de Frequência.

Para o parâmetro Latência de N1, conforme podemos observar nas Tabelas 14 e 15, não houve diferença estatisticamente significante entre as médias das orelhas Direita e Esquerda, em ambos os grupos, e nem

diferença entre as médias dos grupos Estudo e Controle, em ambas as orelhas.

Moiescu-Yiiflach e Pratt (2005) realizaram um estudo nas condições passiva e ativa e encontraram latência de N1 significativamente aumentada em um grupo com dislexia, para ambas as condições. Os autores acreditaram que N1 indica déficit de processamento sensorial. Esses resultados não corroboram os achados do presente estudo. De acordo com Fosker e Thierry (2005), N1 é muito útil para testes com escuta passiva e estímulos de tom puro. Considerando que nosso estudo foi realizado somente com escuta ativa e com estímulos do tipo *tone burst*, não foi observada diferença estatisticamente significante para N1 entre os grupos em nosso estudo, provavelmente, pela diferença metodológica, já que os estímulos utilizados no estudo de Moiescu-Yiiflach e Pratt (2005) foram ruído branco, ruído branco com gap e estímulos verbais.

O estudo de Hämäläinen et al. (2011) mostrou resultados semelhantes aos nossos. Os autores não encontraram diferença estatisticamente significante para o parâmetro N1 entre os grupos Estudo e Controle. Esse estudo foi realizado com estímulos verbais e em escuta passiva, e a nossa pesquisa foi realizada com estímulo *tone burst* e em escuta ativa. Apesar das diferenças metodológicas, ambos os estudos não encontraram significância para os achados de N1. Esse fato pode ser justificado pelo baixo número de participantes em ambas as pesquisas.

De acordo com a Tabela 16, observamos que houve diferença na latência, em valor absoluto, entre as orelhas e entre os grupos para P2,

sendo que a latência do Grupo Estudo foi maior que a do Grupo Controle. A Tabela 17 mostra que essas diferenças não foram estatisticamente significantes.

Breznitz e Misra (2003) observaram que crianças disléxicas apresentaram atraso de latência para P2 na tarefa de decisão lexical envolvendo habilidades auditivo-visuais. Esses resultados são semelhantes aos do nosso estudo. Os autores do estudo citado avaliaram uma amostra de crianças e adultos disléxicos. O atraso para a latência de P2 foi encontrado somente nas crianças disléxicas. Apesar das diferenças metodológicas, os achados foram semelhantes aos do nosso estudo para o parâmetro P2. O fato de os disléxicos adultos não apresentarem alteração para esse parâmetro, segundo os autores, dá um indício de que é concebível que um treino para integração auditivo-visual pode ser benéfico para uma leitura eficaz. Se tivéssemos aplicado nossas provas em população adulta, talvez também tivéssemos encontrado diferentes resultados de acordo com as idades dos avaliados.

Moisescu-Yiiflach e Pratt (2005) realizaram um estudo semelhante nas condições passiva e ativa, e encontraram diferença estatisticamente significativa entre os grupos, em que os disléxicos apresentaram maiores valores de latência para P2. Esses achados concordam com os nossos resultados, apesar da diferença metodológica em relação aos estímulos utilizados.

Hämäläinen et al. (2007) também encontraram diferença entre grupo estudo e grupo controle para P2. Esse achado corrobora o nosso estudo. Os mesmos autores afirmaram que esse achado poderia indicar um déficit na eficiência de extração de características de estímulos, ou de mecanismos relacionados à atenção, para as crianças com alteração de leitura. Essa hipótese para associação de P2 corrobora nossos achados, uma vez que nossas crianças disléxicas apresentaram desempenho inferior ao Grupo Controle nas Provas de Leitura.

Em um estudo realizado pelos mesmos autores em 2011, com 11 adultos bons leitores e 11 com diagnóstico de dislexia, foi observado que ambos os grupos apresentaram morfologia típica para o traçado de P2. Apesar de não termos analisado a morfologia das ondas, por ser uma análise bastante subjetiva, podemos dizer que esse achado é discrepante da presente pesquisa, devido à ausência de diferença entre os resultados entre os grupos Estudo e Controle. Essa diferença de achados entre o nosso estudo e o estudo citado, provavelmente, deve-se à discrepância de idade das amostras. A nossa pesquisa e a pesquisa de Hämäläinen et al. (2007) foram realizadas com crianças, já o estudo de Hämäläinen et al. (2011) foi realizado com adultos bons leitores e disléxicos. Uma justificativa para essa diferença nos achados é o provável desenvolvimento de estratégias de compensação que adultos disléxicos devem fazer ao longo da vida.

Para o as médias do parâmetro N2 obtivemos os seguintes valores: 254,44 para OD e 243,87 para OE para o Grupo Estudo, e 230,57 para OD e 234,34 para OE para o Grupo Controle. Esses resultados podem ser

observados nas Tabelas 18 e 19, e mostram que a média de Latência de N2 no Grupo Estudo é maior do que no Grupo Controle para ambas as orelhas, sendo estatisticamente significativa somente para a OD, como pode ser observado na Tabela 19.

Fosker e Thierry (2004) não encontraram diferença para latência de N2 entre adultos disléxicos e leitores normais. Os autores obtiveram o mesmo achado para N2 em 2005. Esses resultados diferem dos encontrados no presente estudo. Os autores realizaram as pesquisas em duas diferentes condições (passiva e ativa), o que não influenciou para aparecer alguma diferença estatisticamente significativa entre os grupos estudo e controle. Talvez, o que possa justificar a diferença de resultados para o nosso estudo seja o fato de a nossa amostra ser constituída por crianças e a dos autores, para ambos os estudos, ser constituída por adultos.

Moisescu-Yiiflach e Pratt (2005), nas condições ativa e passiva de avaliação, encontraram N2 com maiores valores de latência para o grupo estudo. Apesar de terem realizado o estudo também com adultos, como no estudo citado anteriormente, esses autores utilizaram um estímulo diferente, ruído branco, ruído branco com gap, e também estímulos verbais, o que pode ter influenciado na diferença dos resultados, em relação aos estudos de Fosker e Thierry (2004) e de Fosker e Thierry (2005), que também realizaram estudos com adultos disléxicos, porém, utilizaram somente estímulos verbais.

Hämäläinen et al. (2007) encontraram diferença estatisticamente significativa para Latência de N2 entre disléxicos e controles, sendo que o grupo estudo apresentou maiores valores para esse parâmetro. Segundo os autores, os resultados desse estudo indicaram que o sistema auditivo de crianças disléxicas foi menos sensível, em comparação às crianças do grupo controle. Em 2011, os mesmos autores realizaram um estudo com disléxicos adultos e encontraram o traçado de N2 também com mesma morfologia para os grupos Estudo e Controle. Esse achado é discrepante da presente pesquisa, devido à ausência de diferença entre os resultados, entre os grupos Estudo e Controle. Essa diferença de achados entre o nosso estudo e o estudo citado, provavelmente, deveu-se à discrepância de idade da amostra. Os nossos resultados foram semelhantes aos de Hämäläinen et al. (2007), que também encontraram N2 com atraso de latência em crianças disléxicas.

MacArthur e Bishop (2004) estudaram um grupo de crianças com dificuldade de linguagem e aprendizagem. Eles observaram que o grupo estudo foi menos capaz de discriminar frequências em uma avaliação comportamental do PA(C), apresentaram uma leitura deficiente para não palavras, e latência das ondas do complexo N1-P2-N2 com atraso. Os autores concluíram que esses resultados sugerem uma imaturidade do córtex auditivo. Em nosso estudo, não encontramos diferenças significantes para a Latência de N1. Observamos que houve diferença entre as orelhas e entre os grupos para P2, porém, essas diferenças não foram estatisticamente significantes. Já N2, no Grupo Estudo, foi maior do que no

Grupo Controle, para ambas as orelhas, sendo estatisticamente significativa somente para a OD. Nossos resultados para o complexo N1-P2-N2 não apresentaram atraso em todas as latências, provavelmente pelo número pequeno de sujeitos participantes da pesquisa, ou também por serem crianças que estão, ou já estiveram, em terapia para melhorar o desempenho de leitura e escrita. Nesse caso, os tratamentos aos quais essas crianças foram submetidas talvez tenham feito com que houvesse uma diminuição da imaturidade do córtex auditivo.

Para a Amplitude N1-P2, obtivemos os seguintes resultados: 5,33 para OD e 4,16 para OE no Grupo Controle e 4,23 para OD e 5,48 para OE no Grupo Estudo, como pode ser visto na Tabela 20. De acordo com a Tabela 21, não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias da Amplitude de N1-P2 das orelhas Direita e Esquerda em ambos os grupos e não houve diferença entre as médias nos grupos Estudo e Controle nas duas orelhas para a Amplitude N1-P2.

De acordo com as Tabelas 22 e 23, não houve diferença entre as médias das orelhas Direita e Esquerda, em ambos os grupos, para Amplitude de P2-N2. A média da Amplitude de P2-N2 no Grupo Estudo foi maior do que no Grupo Controle na OD. Esse resultado foi estatisticamente significativo para OD, como podemos ver na Tabela 23. Não houve diferença entre as médias para a Amplitude de P2-N2 nos Grupos Estudo e Controle na OE.

Bonte e Blomert (2004) correlacionaram PEALLs com processamento fonológico durante o reconhecimento de palavras para crianças disléxicas e leitoras normais. Nos resultados dos leitores sem dificuldade, observou-se uma diminuição da amplitude de N1 e N2 no traçado correspondente aos estímulos alvo, em comparação aos estímulos padrão. No grupo estudo, essa diminuição da amplitude do componente N1 e N2 estava ausente. Segundo os autores, esses resultados indicaram uma alteração do processamento fonológico em disléxicos. Os autores afirmaram ainda que esses achados indicam que N1 e N2, medidos em crianças, podem mostrar alterações do desenvolvimento como um todo e alterações no processamento de fala em patologias como a dislexia. Os autores também sugeriram que as diferenças de morfologia de N1 e N2 entre os grupos indicam um processo de recrutamento diferente do recrutamento de fonte neural, durante o processamento da fala em crianças disléxicas. No presente estudo, as amplitudes de N1 e N2 não foram medidas em relação ao zero, mas sim em relação a P2. Além disso, identificamos o complexo N1-P2-N2 somente no traçado dos estímulos frequentes. Apesar da diferença metodológica, podemos dizer que obtivemos um achado semelhante ao do estudo citado. A média da Amplitude de P2-N2 no Grupo Estudo foi maior do que no Grupo Controle na OD, com diferença estatisticamente significativa para OD. Talvez, se a atual pesquisa tivesse tido uma amostra com mais sujeitos, pudéssemos ter resultados significantes para as amplitudes de N1-P2 e P2-N2 para ambas as orelhas.

Tremblay et al. (2001) estudaram N1-P2 em jovens adultos com estímulo de fala. Os sujeitos foram testados antes e após o treinamento, tanto por meio de testes comportamentais, quanto por testes eletrofisiológicos. Após o treinamento, os sujeitos apresentaram um aumento da amplitude N1-P2. Os autores concluíram que essa mudança representa um reflexo do aumento da sincronia neural, bem como um aumento das conexões neurais, associadas a uma melhora na percepção da fala. Em nosso estudo, não encontramos diferença estatisticamente significativa para a Amplitude N1-P2, quando comparamos os resultados dos grupos Estudo e Controle. Provavelmente, não identificamos nenhuma diferença entre os grupos pelo fato de as crianças pertencentes ao Grupo Estudo estarem ou já terem estado em terapia para melhorar o desempenho de leitura e escrita. Nesse caso, os tratamentos aos quais essas crianças foram submetidas fizeram com que houvesse uma diminuição da imaturidade do córtex auditivo, apresentando melhores resultados para alguns parâmetros ou ainda pelo pequeno número de sujeitos avaliados.

6.6 Considerações Finais

Diante dos resultados obtidos e da comparação com a literatura consultada, podemos sugerir que os disléxicos têm uma alteração de processamento temporal, a qual muito provavelmente está associada a uma alteração no processamento fonológico. Não podemos afirmar que não há um comprometimento em outras áreas do PA(C), devido aos indícios de

comprometimento de outras habilidades, como por exemplo, figura-fundo para sons linguísticos, apontado pelos dados estatisticamente significantes relacionados ao Teste Dicótico de Dígitos.

Os testes eletrofisiológicos obtidos no estudo não corroboram os achados da avaliação comportamental, já que não houve diferença estatisticamente significativa para a Latência de P300, N1 e P2 entre os grupos Estudo e Controle, nem para as amplitudes N1-P2 e P2-N2. Observamos diferença estatisticamente significativa somente para a Latência de N2 entre os grupos Estudo e Controle, sendo que o Grupo Estudo apresentou maiores valores de latência.

A presente pesquisa não pôde contar com a participação de mais sujeitos pelos motivos já descritos. A quantidade de sujeitos, como pudemos ver ao longo do capítulo de discussão, pode ter influenciado na obtenção de significância de resultados do nosso estudo, portanto sugerimos mais estudos, porém com um grupo maior de sujeitos envolvidos.

Talvez, os testes eletrofisiológicos pudessem ter corroborado os nossos achados de comprometimento de PA(C) temporal observado nos testes comportamentais se tivéssemos utilizado estímulos verbais, ao invés do estímulo *tone burst*. Provavelmente, os achados dos testes eletrofisiológicos teriam sido mais consistentes e indicariam diferenças estatisticamente significantes entre os grupos avaliados. Porém não conseguimos a obtenção de um equipamento que possibilitasse a coleta desses dados.

Seria bastante interessante associar os dados obtidos com exames de imagem para correlacionar nossos resultados com áreas de ativação cerebrais. Esse tipo de correlação acrescentaria muito com os estudos a respeito da dislexia, suas causas e etiologias.

Um estudo longitudinal, ou uma pesquisa envolvendo crianças e adultos, traria informações importantes sobre a evolução do PA(C) numa população com alterações de leitura e escrita.

CONCLUSÕES

7. CONCLUSÕES

Baseados nas análises dos resultados, obtivemos as seguintes conclusões:

- Verificamos diferença estatisticamente significativa entre os grupos Estudo e Controle para as Provas de Leitura, sendo que o Grupo Estudo apresentou um pior desempenho.

Com relação à avaliação comportamental do PA verificamos:

- Diferença estatisticamente significativa entre os grupos para o Teste Padrão de Frequência, sendo que o Grupo Estudo apresentou um pior desempenho.

- Diferença estatisticamente significativa para a OE no Teste Dicótico de Dígitos para o Grupo Estudo, sendo que este grupo apresentou um desempenho pior que o Grupo Controle.

Com relação à avaliação eletrofisiológica do PA verificamos:

- Não houve diferença significativa para a Latência de P300, N1 e P2 entre os grupos Estudo e Controle.

- Houve diferença estatisticamente significativa para Latência de N2 entre os grupos Estudo e Controle, sendo que o Grupo Estudo apresentou maiores valores de latência.

- Não houve diferença estatisticamente significativa para as amplitudes N1-P2 e P2-N2 entre os grupos.

ANEXOS

São Paulo, 6 de dezembro de 2008.

ANEXO A

Profa. Dra.

Profa. Dra. Eliane Schochat

Depto. de Fonoaudiologia, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

Faculdade de Medicina

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

REFERENTE: Projeto de Pesquisa "Processamento auditivo e visual em indivíduos com distúrbio de leitura e escrita" – **Co-autor(res):** Juliana Cassch Oliveira - **Registro CEP-HU/USP: 853/08 – SISNEP CAAE: 0063.0.198.000-08**

Prezado(a) Senhor(a)

O Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário da Universidade de São Paulo, em reunião ordinária realizada no dia 5 de dezembro de 2008, analisou o Projeto de Pesquisa acima citado, considerando-o como **APROVADO, bem como o seu Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.**

Lembramos que cabe ao pesquisador elaborar e apresentar a este Comitê, relatórios anuais (parciais ou final, em função da duração da pesquisa), de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, item IX.2.c.

Atenciosamente,

Dr. Mauricio Seckler

ANEXO B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (modificado)

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: **PROCESSAMENTO AUDITIVO E VISUAL EM INDIVÍDUOS COM DISTÚRPIO DE LEITURA E ESCRITA**

PESQUISADOR: **Eliane Schochat – Fonoaudióloga**

AValiação DO RISCO DA PESQUISA: **RISCO MÍNIMO**

III – INFORMAÇÕES AO PACIENTE

O seu filho está sendo convidado a participar de um estudo que tem como objetivo verificar o desempenho de crianças disléxicas em tarefas de processamento auditivo e exame eletrofisiológico. Para isso vamos avaliar as respostas obtidas pelo exame de audição.

Para verificar se a criança ouve bem, serão realizados alguns exames como audiometria. Em seguida, os indivíduos serão distribuídos em três grupos: 1- grupo de pacientes normais sem dificuldades e/ou queixa de aprendizagem 2- grupo de pacientes com queixa de aprendizagem. Além da audiometria serão realizados testes para avaliação do processamento auditivo. Será realizado um outro teste que consiste em identificar os estímulos não frequentes que aparecerão repentinamente dentre os diversos estímulos frequentes. Ao final do teste o paciente deverá dizer quantos estímulos não frequentes ele identificou. A criança também será submetida à avaliação leitura de palavras e compreensão de texto. Após a avaliação, os resultados obtidos serão apresentados ao responsável. Esses resultados indicam como está a audição do indivíduo e demonstram também o desempenho de leitura. Se for necessário serão realizados os encaminhamentos pertinentes aos serviços do SUS. O tempo médio de duração de todos os procedimentos é de 1 hora e trinta minutos.

Por meio desse estudo, esperamos esclarecer alguns aspectos sobre as dificuldades de indivíduos com queixa de leitura e escrita.

Não há previsão de ressarcimento relacionado aos gastos dos voluntários com transporte e alimentação, já que o projeto encontra-se até o momento sem patrocínio.

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. O tempo de duração previsto do estudo é de 2 anos, sendo que os sujeitos participantes só se comprometerão a se disponibilizar para realização dos exames descritos acima.

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: Juliana Casseb Oliveira

Telefone: (11) 99866677 ou (11) 30917453

CEP-HU: Endereço: Av. Prof. Lineu Prestes, 2565 – Cidade Universitária – CEP: 05508-000 – São Paulo – SP - Telefone: 3091-9457 – Fax: 3091-9452 - E-mail: cep@hu.usp.br.

V - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Nome do sujeito da pesquisa ou responsável legal:

Nº do documento de identidade:

Sexo:

Data de Nascimento:

Endereço:

Telefone:

São Paulo, de de 20 .

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

assinatura do sujeito da pesquisa ou responsável legal

assinatura do pesquisador
(carimbo ou nome Legível)
Profa Dra Eliane Schochat

ANEXO C

Texto para Avaliação da Compreensão de Leitura
(Salles e Parente, 2002)

“A COISA”

A casa do avô de Pedro era uma dessas casas antigas, grandes, que têm dois andares e mais um velho porão.

Um dia Pedro resolveu ir lá embaixo procurar uns patins.

Pegou uma lanterna e foi descendo as escadas com cuidado.

No que foi, voltou aos berros:

- Fantasma! Uma coisa horrível! Um monstro com uma luz saindo da barriga.

Ninguém acreditou! Onde é que já se viu monstro com uma luz saindo da barriga?

Então o vovô foi ver o que havia. E voltou correndo como o Pedro:

- A Coisa! – ele gritava – A Coisa! É muito alta, com os olhos brilhantes, como se fossem de vidro! E na cabeça uns tufos espetados para todos os lados!

Dona Julinha, a avó de Pedro, era a única que não estava impressionada. Então ela foi ver o que estava acontecendo. Foi descendo as escadas devagar, abrindo as janelas que encontrava.

A família veio atrás toda assustada, morrendo de medo do monstro, fantasma, fosse lá o que fosse.

Até que chegaram lá embaixo e Dona Julinha abriu a última janela.

Então todos começaram a rir, muito envergonhados.

A Coisa era... um espelho!

Cada um que descia as escadas, no escuro, via uma coisa diferente no espelho. E todos eles pensavam que tinham visto... a Coisa.

ANEXO D

Questões sobre a história - Avaliação da Compreensão da Leitura Textual (adaptado)

(Salles e Parente, 2002)

- 1- O que Pedro estava procurando no porão?
- 2- Como era a casa dos avós de Pedro?
- 3- Como era a Coisa que Pedro tinha visto no porão?
- 4- O que era, na verdade, a Coisa?
- 5- Quem é que esclareceu o mistério da Coisa?
- 6- Por que Pedro pegou uma lanterna para ir até o porão?
- 7- Por que todos começaram a rir e ficaram envergonhados após a avó de Pedro abrir todas as janelas do porão?
- 8- Por que apenas o Pedro viu um monstro com uma luz saindo da barriga, ao descer no porão?
- 9- Por que o avô de Pedro via uma coisa com olhos brilhantes, como se fossem de vidro?
- 10- Por que cada um que descia a escada via uma coisa diferente?

ANEXO E

Protocolo para transcrição de leitura de palavras – 7 a 9 anos
Elaborado por Jerusa F. Salles (2001)

Nome:

Idade:

TREINO:

REGULAR	IRREGULAR	NÃO PALAVRA
1. vida	2. terra	3. sarra
5. personagem	6. moda	4. vanicate
7. restaurante	8. canivete	

TESTE:

3. Sapo	2. crucifixo	1. alanare
5. brasa	7. erva	4. azercico
6. isca	10. bola	8. truga
9. garganta	13. conversa	11. varpa
12. alimento	16. fixo	17. toxo
14. mago	18. croquete	19. bano
15. crime	23. febre	20. dapel
22. noite	24. fantoche	21. tapi
28. conjunto	26. zero	25. sanversa
29. vaca	30. orquestra	27. nefoxosa

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

9. Referências Bibliográficas

Abdo AGR, Murphy CFB, Schochat E. Habilidades auditivas em crianças com dislexia e transtorno de déficit de atenção e hiperatividade. *Pró-Fono*. 2010;22(1):25-30.

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 acoustics impedance and admittance*. New York: ANSI; 1987.

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

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

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

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

American Speech-Language Association (ASHA) (2005). (Central) Auditory Processing Disorder [Technical Report]. Available from: http://www.asha.org/NR/rdonlyres/8404EA5B-8710-4636-B8C4-8A292E07610/0/v2TR_CAPD.pdf

Auditec. *Evaluation manual of pitch pattern sequence and duration pattern sequence*. Missouri, USA: Auditec; 1997.

Balen SA. *Reconhecimento de padrões auditivos de frequência e duração: desempenho de crianças escolares de 7 a 11 anos* [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2001.

Bonte ML, Blomert L. Developmental dyslexia: ERP correlates of anomalous phonological processing during spoken word recognition. *Cogn Brain Res*. 2004;21:360–76.

Borges CF. *Processamento temporal auditivo em crianças com transtorno de leitura* [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2005.

Boscariol M, Guimarães CA, Hage SRV, Cendes F, Guerreiro MM. Processamento temporal auditivo: relação com a dislexia de desenvolvimento e mal formação cortical. *Pró-Fono*. 2010;22(4):537-42.

Breznitz Z, Misra M. Speed of processing of the visual orthographic and auditory-phonological systems in adult dyslexic: the contribution of “asynchrony” to word recognition deficits. *Brain lang.* 2003;85:486-502.

Capellini SA, Germano GD, Cardoso ACV. Relação entre as habilidades auditivas e fonoaudiológica em crianças com dislexia do desenvolvimento. *Revista Semanal da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional (Abrape)*. 2008;12(1):235-53.

Carvalho RMM et al. Auditory profile in individuals with and without CAPD. In: *12th Annual Covention and Exposition of the American Academy Audiology*; 2000; Chicago, USA. Anais. 2000; Chicago.

Cohen-Mimran R. Temporal processing deficits in hebrew speaking children with reading disabilities. *J. Speech Lang Hear Res.* 2006;49:127-37.

Critchley, M. (1985). Specific developmental dyslexia. Em J. A. M. Frederiks (Ed.), *Handbook of neurology*. 491-506. Amsterdam: Elsevier

Dawes P, Bishop DV. Maturation of visual and auditory temporal processing in school-aged children. *J Speech Lang Hear Res.* 2008;51:1002-15.

Dawes P, Sirimanna T, Burton M, Vanniasegaram I, Tweedy F, Bishop DVM. Temporal auditory and visual motion processing of children diagnosed with auditory processing disorder and dyslexia. *Ear Hear*. 2009;30:675-86.

Erez A, Pratt H. Auditory event-related potentials among dyslexic and normal-reading children: 3CLT and midline comparisons. *Int J Neurosci*. 1992;63(3-4):247-64.

Farias LS, Toniolo IF, Cóser PL. P300: avaliação eletrofisiológica da audição da criança com e sem repetência escolar. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2004;70(2):194-9.

Fiez JA, Raichle ME, Miezin FM, Petersen SE, Tallal P, Katz WF. PET studies of auditory and phonological processing: effects of stimulus characteristics and tasks demands. *J Cogn Neurosci*. 1995;7:357-75.

Fosker T, Thierry G. P300 investigation of phoneme change detection in dyslexic adults. *Neurosci Lett*. 2004;357:171-4.

Fosker T, Thierry G. Phonological oddballs in the focus of attention elicit a normal P3b in dyslexic adults. *Cogn Brain Res*. 2005;24:467– 75.

Freitas CD, Lopes LFD, Costa MJ. Confiabilidade dos limiares de reconhecimento de sentenças no silêncio e no ruído. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2005;71(5):624-30.

Furbeta TDC, Felipe ACN. Avaliação simplificada do processamento auditivo e dificuldades de leitura-escrita. *Pró-Fono*. 2005;17:11-8.

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

Galaburda AM, Lo Turco J, Ramus F, Fitch RH, Rosen GD. From genes to behavior in developmental dyslexia. *Nat Neurosci*. 2006;9:1213-7.

Hämäläinen JA, Fosker T, Szűcs D, Goswami U. N1, P2 and T-complex of the auditory brain event-related potentials to tones with varying rise times in adults with and without dyslexia. *Int J Psychophysiol*. 2011;81:51–9.

Hämäläinen JA, Leppänen PHT, Guttorm TK, Lyytinen H. N1 and P2 components of auditory event-related potentials in children with and without reading disabilities. *Clin Neurophysiol*. 2007;118:2263–75.

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

Hommet C, Vidal J, Roux S, Blanc R, Barthez MA, De Becque B, Barthelemy C, Bruneau N, Gomot M. Topography of syllable change-detection electrophysiological indices in children and adults with reading disabilities. *Neuropsychologia*. 2009;47:761-70.

Hubber M, Telser S, Falk M, Bohm A, Rackenberg B, Schwitzer J, Hinterhuber H. Information transmission defect identified and localized in language learning impaired children by means of electrophysiology. *Cortex*. 2005;41:464-70.

Huttunen T, Halonen A, Kaartinen J, Lyytinen H. Does mismatch negativity show differences in reading-disabled children compared to normal children and children with attention deficit? *Dev Neuropsychol*. 2007;31(3):453–70.

Ingelghem MV, Wieringen A, Wouters J, Vendenbussche E, Onghena P, Gesquierre P. Psychophysical evidence for a general temporal processing deficit in children with dyslexia. *Cogn Neurosci Neuropsychol*. 2001;12:3603-6.

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

Jepsen O. The threshold of the reflexes of intratympanic muscles in a normal material examined by means of the impedance method. *Acta Otolaryng.* 1951;Oct;39(5):406-8.

Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryng.* 1970;92:311.

Jerger J, Speaks C, Trammell J. A new approach to speech audiometry. *J Speech Hear Disord.* 1968;Nov;33:318-28.

Johnson R. Effects of color on children's naming of pictures. *Percept Mot Skills.* 1995;80:1091-1101.

Kraus N, McGee T. Potenciais evocados auditivos de longa latência. In: Katz J, org. *Tratado de Audiologia Clínica*. 4a ed. São Paulo: Manole; 1999.p.403-20.

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):262-6.

Leite RA, Matas CG. Avaliação eletrofisiológica da audição em crianças com distúrbio fonológico pré e pós terapia fonoaudiológica. [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2006.

Leppänen PHT & Lyytinen H. Auditory event-related potential in the study of developmental language-related disorders. *Audiol Neurotol.* 1997;2:308-40.

Lyon GR, Shaywitz SE, Shaywitz BA. Defining dyslexia, comorbidity, teacher's knowledge of language and reading. *Ann Dyslexia.* 2003;53:1-14.

Marshall JC, Newcombe F. Syntactic and semantic errors in paralexia. *Neuropsychologia.* 1996;4:169-76.

Maurer K. Topographic mapping of EEG and Evoked Potentials. Berlin: Springer, 1989.

Mazzotta G, Gallai V. Study of the P300 event-related potential through brain mapping in phonological dyslexics. *Acta Neurol.* 1992;14(3):173-86.

McArthur G, Atkinson C, Ellis D. Atypical brain responses to sounds in children with specific language and reading impairments. *Dev Sci.* 2009;12(5):768–83.

McArthur G M, Bishop D V M. Which people with specific language impairment have auditory processing deficits? *Cogn Neuropsychol.* 2004;21: 79–94.

McPherson DL. Late potentials of the auditory system. San Diego: *Singular Publishing Group*; 1996

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

Moisescu-Yiflach T, Pratt H. Auditory event related potentials and source current density estimation in phonologic/auditory dyslexics. *Clin Neurophysiol*. 2005;116(11):2632–47.

Murphy CFB, Schochat E. Correlações entre leitura, consciência fonológica e processamento temporal auditivo. *Pró-Fono*. 2009;21(1):13-8.

Musiek FE. Assessment of central auditory dysfunction: the dichotic digits test revisited. *Ear Hear*. 1983;4:79-83.

Nagarajan S, Mahncke H, Sals T, Tallal P, Roberts T, Merzenich MM. Cortical auditory signal processing in poor readers. *Proc Natl Acad Sci (USA)*. 1999;96:6483-8.

Oades RD, Dittmann-Balcar A, Zerbin D. Development and topography of event-related potentials (ERPs): mismatch and processing negativity in individuals 8-22 years of age. *Psychophysiology*. 1997;34:677-93.

Pereira LD. *Audiometria verbal: teste de discriminação vocal com ruído*. [tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 1993.

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

Petkov IC, O'Connor KN, Benmoshe G, Baynes K, Sutter ML. Auditory perceptual grouping and attention in dyslexia. *Cogn Brain Res*. 2005;24:343-54.

Picton TW, Woods DL, Proulx GB. Human auditory sustained potentials.I. The nature of the response. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*.1978;45:186-197.

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

Polich TW. The P300 wave of the human event-related potential. *J Clin Neurophysiol*. 1992;9:456-79.

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

Salles JF, Parente MAMP. Processos cognitivos na leitura de palavras em crianças: relações com compreensão, tempo de leitura e consciência fonológica. *Psicologia: reflexão e crítica*. 2002;15(2):321-31.

Santos A, Joly-Pottuz B, Moreno S, Habib M, Besson M. Behavioural and event-related potentials evidence for pitch discrimination deficits in dyslexic children: improvement after intensive phonic intervention. *Neuropsychology*. 2007;45(5):1080-90.

Santos MFC, Pereira LD. Escuta com dígitos. In: Pereira LD, Schochat E. editoras. *Processamento Auditivo Central: manual de avaliação*. 1a ed. São Paulo: Lovise; 1997. Santos TM, Russo I P. Logoaudiometria. In: Santos TM, Russo IP. *A prática da audiologia clínica*. 4ª ed. São Paulo: Cortez; 1986; 81-98.

Sauer L, Pereira LD, Ciasa SM, Pestun M, Guerreiro MM. Processamento auditivo e SPECT em crianças com dislexia. *Arq Neuropsiquiatr*. 2006; 64(1):108-111.

Savill N J, Thierry G. Reading for sound with dyslexia: Evidence for early orthographic and late phonological integration deficits. *Brain Research*. 2011;1385:192-205.

Schochat E, Musiek FE. Maturation of outcomes of behavioral and electrophysiologic tests of central auditory function. *J Commun Disord.* 2006; 39:78-92.

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

Sharma M, Purdy SC, Kelly AS. Comorbidity of Auditory Processing Language, and Reading Disorders. *J. Speech Lang Hear Res.* 2009; 52:706-722.

Shiota M, Koeda T, Takeshita K. Cognitive and neurophysiological evaluation of Japanese dyslexia. *Brain Dev.* 2000;22(7):421-6.

Simões MB, Schochat E. *Pró-Fono.* 2010;22(4):521-54.

Snowling MJ. Dyslexia. Blackwell: Oxford; 2000.

Steinbrink C, Ackermann H, Lachmann T, Riecker A. Contribution of the Anterior Insula to Temporal Auditory Processing Deficits in Developmental Dyslexia. *Hum Brain Mapp.* 2009;30:2401-11.

Stoodley CJ, Hill PR, Stein JF, Bishop DV. Auditory event-related potentials differ in dyslexics even when auditory psychophysical performance is normal. *Brain Res.* 2006;1121(1):190–9.

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

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

Tallal P. Improving language and literacy is a matter of time. *Nat Rev Neurosci.* 2004;5(9):721-8.

Tallal P, Miller S, Fitch RH. Neurobiological bases of speech: a case for the preeminence of temporal processing. *Ann N Y Acad Sci.* 1993;682:27-47.

Temple E. Brain mechanisms in normal and dyslexic readers. *Curr Opin Neurobiol.* 2002;12:178-83.

Tremblay K, Kraus N, McGee T, Ponton C, Otis B. Central auditory plasticity: changes in N1-P2 complex after speech-sound training. *Ear Hear.* 2001;22(2):79-90.

Uclés P, Méndez M, Garay J. Low-level Defective Processing of non-verbal sounds in Dyslexic Children. *Dyslexia.* 2009;15:72-85.

Vandermostena M, Boetsa B, Lutsa H, Poelmansa H, Golestanic N, Woutersb J, Ghesquière P. Adults with dyslexia are impaired in categorizing speech and nonspeech sounds on the basis of temporal cues. *Int J Psychol.* 2010;107(23):10389-94.

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