

**MARINA BELLONI GALETI**

**ESTUDO DO PROCESSAMENTO AUDITIVO E DA SUPRESSÃO  
DAS EMISSÕES OTOACÚSTICAS EM CRIANÇAS COM DISLEXIA  
DO DESENVOLVIMENTO**

**CAMPINAS**

**UNICAMP**

**2011**

**MARINA BELLONI GALETI**

**ESTUDO DO PROCESSAMENTO AUDITIVO E DA SUPRESSÃO  
DAS EMISSÕES OTOACÚSTICAS EM CRIANÇAS COM DISLEXIA  
DO DESENVOLVIMENTO**

Dissertação de mestrado apresentada à Pós Graduação da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestre em Saúde da Criança e do Adolescente, área de concentração Saúde da Criança e do Adolescente.

**Orientadora:** Maria Francisca Colella dos Santos

**CAMPINAS**

**UNICAMP**

**2011**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR  
ROSANA EVANGELISTA PODEROSO – CRB8/6652  
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS  
UNICAMP

G132e Galeti, Marina Belloni, 1984 -  
Estudo do processamento auditivo e da  
supressão das emissões otoacústicas em crianças  
com dislexia do desenvolvimento. / Marina Belloni  
Galeti. -- Campinas, SP : [s.n.], 2011.

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

1. Percepção auditiva. 2. Leitura. 3.  
Remediação. I. Santos, Maria Francisca Colella  
dos. II. Universidade Estadual de Campinas.  
Faculdade de Ciências Médicas. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em inglês:** Study of auditory processing and suppression of otoacoustic emissions in children with developmental dyslexia

**Palavras-chave em inglês:**

Auditory perception

Reading

Remediation

**Área de concentração:** Saúde da Criança e do Adolescente

**Titulação:** Mestre em Saúde da Criança e do Adolescente

**Banca examinadora:**

Maria Francisca Colella dos Santos [Orientador]

Christiane Marques do Couto

Ana Luiza Pereira Gomes Pinto Navas

**Data da defesa:** 16-08-2011

**Programa de Pós-Graduação:** Faculdade de Ciências Médicas

---

## Banca Examinadora de Dissertação de Mestrado

---

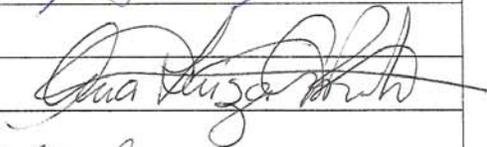
Aluna Marina Belloni Galeti

---

---

**Orientadora: Profa. Dra. Maria Francisca Colella dos Santos**

---

<b>Membros:</b>	
Professora Doutora Maria Francisca Colella dos Santos	
Professora Doutora Ana Luiza Gomes Pinto Navas	
Professora Doutora Christiane Marques do Couto	

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

---

**Data: 16/08/2011**

---



# *Dedicatória*

*Aos meus queridos pais, Teresa e Osvaldo, por não medirem esforços  
para que eu chegasse à essa etapa de minha vida.*

*Às minhas irmãs, pelo companheirismo e amizade eternos.*

*Ao Miguel, pelo amor e incentivo, sendo minha  
motivação para enfrentar os obstáculos.*



# *Agradecimentos*

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

*À minha orientadora, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Francisca Colella dos Santos, pelo incentivo e pela disposição ao me transmitir sua experiência, que foi de grande importância para a conclusão deste trabalho.*

*À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Christiane Marques do Couto, pelos conhecimentos compartilhados no decorrer do curso de graduação e aprimoramento, e por estar mais uma vez ao meu lado em mais uma conquista.*

*À fonoaudióloga Cíntia Salgado e a toda a equipe do Laboratório de Distúrbios de Aprendizagem do HC/UNICAMP por tornarem possível a realização deste trabalho.*

*À minha sobrinha e afilhada Luiza, por me trazer tanta felicidade.*

*À fonoaudióloga Leticia Reis Borges, pela ajuda indispensável na convocação e no atendimento aos pacientes e pela amizade que se fortaleceu.*

*Às amigas Luciana Dall'Agnoll, Sabrina Borborema, Carla Mattos, Larissa Rinaldi e Maria Isabel Ramos do Amaral pela valiosa amizade, carinho e confiança.*



## RESUMO

**Introdução:** Para o adequado desenvolvimento das habilidades de leitura e escrita, é necessário a integridade do sistema nervoso, atenção seletiva e sustentada, discriminação auditiva, memória de curto e longo prazo e consciência fonológica, que podem ser avaliadas no conjunto de testes do processamento auditivo (PA). Tem sido sugerido que a função do sistema olivoclear medial pode ser avaliado por meio da supressão das emissões otoacústicas transientes (EOATs). A função desse sistema tem sido estudada em crianças com distúrbio do PA devido à sua suposta ação na melhora da discriminação auditiva e inteligibilidade de fala em ambientes ruidosos.

**Objetivo:** Analisar o processamento auditivo e o efeito de supressão das EOATs em crianças com dislexia. Além disso, analisar o efeito de um programa de remediação fonológica, de leitura e escrita no PA. **Material e Método:** Os sujeitos foram divididos em três grupos: GE1: 23 crianças com dislexia; GE2: 15 crianças do GE1 foram reavaliadas após serem submetidas à remediação fonológica, de leitura e escrita; GC: 28 crianças de escola pública, sem queixas auditivas e escolares. Foram realizados os procedimentos: anamnese, avaliação audiológica básica, avaliação do PA e supressão das EOAs. **Resultados:** As crianças com dislexia apresentaram desempenho estatisticamente inferior ao do GC nos testes: memória sequencial não verbal (MSNV), teste dicótico de dígitos (TDD), teste de padrão de duração (TPD), teste de padrão de frequência (TPF), e *gaps in noise* (GIN) – orelha esquerda. O GE1 não apresentou supressão das EOAs. Não houve correlação entre os testes de PA e os valores de supressão das EOATs em nenhum grupo avaliado. As crianças do GE2 apresentaram melhora estatisticamente significativa no desempenho nos testes TDD, TPD, TPD e GIN pós remediação. Apenas os meninos apresentaram supressão das EOAs na etapa pós remediação. **Conclusão:** As crianças com dislexia deste estudo apresentaram alteração nos testes de PA, principalmente na habilidade auditiva de ordenação temporal. A remediação fonológica, de leitura e escrita, foi capaz de melhorar as habilidades auditivas das crianças com dislexia deste estudo.



## ABSTRACT

**Introduction:** For an adequate development of learning and writing abilities it is necessary the nervous system integrity, selective and sustained attention, auditory discrimination, short and long term memories and phonological awareness, which can be evaluated through auditory processing (AP) tests. It has been suggested that the function of the medial olivocochlear system can be evaluated by the suppression effect of the transient otoacoustic emission (TOAE). This system's function has been studied in children with disorder of AP because of its supposed actions on the improvement of auditory discrimination and speech intelligibility in noisy environments. **Aim:** Analyze the auditory processing and the suppression effect of transient otoacoustic emission (TOAE) in children with dyslexia, and analyze the effect of phonological, reading and writing remediation program in the AP. **Material and Method:** Children were divided in three groups: GE1: 23 dyslexia children; GE2: 15 children of GE1 were evaluated again after phonological, reading and writing remediation program; GC: 28 children of public school, without hearing or learning disabilities. Procedures were performed: anamnesis, basic audiologic evaluation, AP tests and suppression of OEA. **Results:** Children with dyslexia presented performance statistically inferior than GC in nonverbal sequential memory test (NSMT), dichotic digit test (DDT), pitch and duration pattern sequence test (PPS and DPS) and gaps in noise (GIN) – left hear. GE1 didn't present suppression of OAE. There wasn't correlation between the AP tests and the suppression of OEA in any of the evaluated groups. The children of GE2 presented improvement statistically significant in performance in: DDT, PPS, DPS and GIN after remediation program. Only boys presented suppression of OEA in pos testing. **Conclusion:** Children with dyslexia from this study presented alteration in AP tests, mainly in auditory ability of temporal ordering. Phonological, reading and writing remediation were able to improve the auditory abilities of children with dyslexia from this study.



## LISTA DE ABREVIATURAS

ASHA	<i>American Speech Language Hearing Association</i>
CCE	Célula Ciliada Externa
CCI	Célula Ciliada Interna
CEPRE	Centro de Estudos e Pesquisas Prof. Dr. Gabriel Porto
dB	Decibel
dBNA	Decibel Nível de Audição
dBNS	Decibel Nível de Sensação
dBNPS	Decibel Nível de Pressão Sonora
DP	Desvio-Padrão
DPA	Distúrbio do Processamento Auditivo
EOA	Emissões Otoacústicas
EOAT	Emissões Otoacústicas Transientes
EOAPD	Emissões Otoacústicas Produto de Distorção
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FCM	Faculdade de Ciências Médicas
GC	Grupo Controle
GE	Grupo Estudo
GIN	<i>Gaps in Noise</i>
HC	Hospital das Clínicas
HD	Hemisfério Direito
HE	Hemisfério Esquerdo
LS	Localização Sonora
LRF	Limiar de Reconhecimento de Fala
ms	Milissegundos
M	Média



MSV	Memória Sequencial Verbal
MSNV	Memória Sequencial Não Verbal
n	Número de sujeitos
OD	Orelha Direita
OE	Orelha Esquerda
PA	Processamento Auditivo
PREFON	Programa de Remediação Fonológico
SN	Sistema Nervoso
SNAC	Sistema Nervoso Auditivo Central
SOCM	Sistema Olivococlear Medial
S/R	Sinal/Ruído
TA	Treinamento Auditivo
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TDD	Teste Dicótico de Dígitos
TPD	Teste de Padrão de Duração
TPF	Teste de Padrão de Frequência
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
VOT	<i>Voice Onset Time</i>



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Distribuição das crianças avaliadas quanto ao gênero e idade.....	72
<b>Tabela 2:</b> Análise descritiva do desempenho das crianças do GE1 e GC nos testes de PA, segundo a orelha.....	73
<b>Tabela 3:</b> Análise descritiva do desempenho das crianças do GE1 e do GC nos testes de PA, segundo o gênero.....	74
<b>Tabela 4:</b> Comparação do desempenho das crianças do GC <i>versus</i> GE1 nos testes de PA.....	75
<b>Tabela 5:</b> Análise descritiva das medidas de supressão EOAs do GE1 e do GC, segundo a orelha.....	76
<b>Tabela 6:</b> Análise descritiva das medidas de supressão EOAs das crianças do GE1 e do GC, segundo o gênero.....	76
<b>Tabela 7:</b> Comparação entre as medidas de supressão das EOAs do GC <i>versus</i> GE.....	77
<b>Tabela 8:</b> Índice de correlação de Spearman entre as medidas do PA e da supressão das EOAs do GE2.....	77
<b>Tabela 9:</b> Índice de correlação de Pearson entre as medidas do PA e da supressão das EOAs do GC.....	78
<b>Tabela 10:</b> Análise descritiva do desempenho das crianças do GE2 nos testes de PA, antes e após a remediação, segundo a orelha.....	79
<b>Tabela 11:</b> Análise descritiva do desempenho das crianças do GE2 nos testes de PA, antes e após a remediação, segundo os gêneros feminino e masculino.....	80
<b>Tabela 12:</b> Desempenho das crianças com dislexia nos testes de PA, pré e pós remediação.....	81
<b>Tabela 13:</b> Análise descritiva das medidas de supressão das EOAs das crianças do GE2, antes e após a remediação, segundo a orelha.....	81
<b>Tabela 14:</b> Análise descritiva das medidas de supressão das EOAs das crianças do GE2, antes e após a remediação, segundo o gênero.....	83
<b>Tabela 15:</b> Medidas de supressão das EOAs do GE2, pré e pós-testagem.....	83



## LISTA DE ANEXOS

<b>ANEXO I</b> - Questionário para Professores.....	121
<b>ANEXO II</b> - Carta Convite aos Responsáveis.....	122
<b>ANEXO III</b> - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	123
<b>ANEXO IV</b> - Anamnese.....	124
<b>ANEXO V</b> - Avaliação Audiológica Básica.....	125
<b>ANEXO VI</b> - Avaliação do Processamento Auditivo.....	126
<b>ANEXO VII</b> - Supressão das Emissões Otoacústicas Transientes.....	131



## SUMÁRIO

<b>I. INTRODUÇÃO</b> .....	25
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	29
II.a. Objetivo Geral.....	30
II.b. Objetivos Específicos.....	30
<b>III. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	31
III.a. Processamento Auditivo.....	32
III.b. Dislexia.....	44
III.c. Supressão das EOAs.....	54
<b>IV. MÉTODO</b> .....	61
IV.a.Casuística.....	62
IV.b.Critérios de Inclusão e Exclusão.....	62
IV.c.Procedimentos Gerais.....	63
IV.d.Avaliação do Processamento Auditivo.....	64
IV.e.Supressão das EOATs.....	67
IV.f.Remediação fonológica, de leitura e escrita.....	67
IV.g.Estatística.....	71
<b>V. RESULTADOS</b> .....	71
Parte 1: Resultados do PA e da Supressão das EOAs do GE1 e do GC.....	72
Parte 2: Resultados do PA e da Supressão das EOAs do GE2.....	79
<b>VI. DISCUSSÃO</b> .....	83
Parte 1: Discussão dos Resultados do PA e da Supressão das EOAs do GE1 e do GC.....	84
Parte 2: Discussão dos Resultados do PA e da Supressão das EOAs do GE2, antes e após remediação fonológica, de leitura e escrita.....	99



<b>VII. CONCLUSÃO.....</b>	<b>107</b>
<b>VIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>109</b>



# I. INTRODUÇÃO

Os primeiros anos de vida são considerados importantes para o desenvolvimento da linguagem e nesse processo a audição desempenha um papel fundamental (*American Academy of Pediatrics*, 1982; Azevedo, 2004). A audição possui papel no desenvolvimento da linguagem receptiva e expressiva, para a alfabetização (leitura e escrita), desempenho acadêmico e desenvolvimento psicossocial e emocional das crianças.

O Processamento Auditivo (PA) é o termo usado para descrever uma série de operações mentais que o indivíduo realiza ao lidar com informações recebidas via sentido da audição, as quais dependem de uma capacidade biológica inata, do processo de maturação e das experiências e estímulos no meio acústico (Pereira, 2004).

A avaliação do PA é um procedimento útil para diagnosticar o uso funcional correto e eficiente da audição, possibilitando a detecção do DPA e intervenção, para que não ocorra um bloqueio sério na comunicação, aprendizagem e comunicação social (Pereira, 1997).

A razão para se avaliar o PA em crianças em idade escolar com e sem dificuldades de aprendizagem está baseada na hipótese que um déficit perceptual específico da audição pode ser a base de muitos problemas de aprendizagem. Crianças que apresentam dificuldades em processar os estímulos sonoros da fala poderão apresentar dificuldade em segmentar e manipular a estrutura fonológica da linguagem oral e estarão sujeitas a apresentar dificuldades de leitura e escrita.

Estudos têm apontado supostas ações das vias eferentes no PA, sugerindo haver envolvimento na modulação das EOAs, na sensibilidade auditiva, na detecção do sinal no ruído, e nas tarefas de atenção. O circuito mais conhecido dentro do sistema eferente é o feixe olivococlear medial, que se conecta às células ciliadas externas. A aplicação do ruído supressor contralateral durante o registro das emissões causa mudanças na ação das fibras desse sistema e, conseqüentemente, na atividade da cóclea, causando redução na amplitude das respostas, desde que o controle neural esteja íntegro e com função normal.

Estudos mostram que indivíduos que têm alterações de PA apresentam menor ou nenhuma supressão das EOAs, sugerindo que nesses casos há redução do efeito inibitório do

sistema eferente.

Pesquisas têm evidenciado alterações no PA em crianças com dificuldade de aprendizagem, dentre elas, a dislexia (Tallal, 1980; Daniel et al, 2003; Garcia et al., 2005; Neves e Schochat, 2005 e Sauer et al, 2006).

Cerca de 30 a 40% da população brasileira que frequenta as primeiras séries escolares possuem algum tipo de dificuldade de aprendizagem (Ciasca, 2003). Especialmente, a dislexia, ou distúrbio específico da leitura, é definida como um distúrbio neurológico, de origem congênita, que acomete crianças com potencial intelectual normal, sem *déficits* sensoriais, com suposta instrução educacional apropriada, mas que não conseguem adquirir ou desempenhar satisfatoriamente a habilidade para a leitura e a escrita (Giacheti e Capellini, 2000).

As alterações no processamento fonológico, ou seja, na habilidade metalingüística da criança em reconhecer, manipular, armazenar e pensar sobre a estrutura fonológica da palavra parece ser extremamente prejudicial ao processo ensino-aprendizagem da leitura e da escrita. A qualidade das representações fonológicas determina a facilidade e a rapidez de acesso consciente às unidades fonológicas (Swan e Goswami, 1997). Sabe-se que o aprendizado inicial da leitura e escrita necessita das informações fonológicas e estas das acústicas para decodificar e codificar fonemas (Mendonça, 2002).

Dessa forma, a busca por estratégias que facilitam a aquisição e o desenvolvimento da leitura e da escrita e o fortalecimento das habilidades auditivas são primordiais em programas que visam à intervenção de crianças que apresentam dificuldades no aprendizado.



## **II. OBJETIVOS**

### ***II.a. Objetivo Geral:***

Analisar o processamento auditivo e o efeito de supressão das emissões otoacústicas transientes (EOATs) em crianças com dislexia. Além disso, analisar o efeito de um programa de remediação fonológica, de leitura e escrita no processamento auditivo.

### ***II.b. Objetivos Específicos:***

1. Correlacionar os resultados da avaliação do PA com o efeito de supressão das EOATs;
2. Analisar as respostas das crianças com dislexia nos testes de PA temporal e compará-las às obtidas no grupo de crianças sem queixas auditivas e/ou escolares;
3. Verificar a atividade do sistema auditivo eferente por meio da supressão das EOATs das crianças com dislexia e compará-la à obtida no grupo de crianças sem queixas auditivas e/ou escolares;
4. Comparar o desempenho das crianças com dislexia na avaliação do processamento auditivo e a supressão das EOATs antes e após remediação fonológica, de leitura e escrita.

### **III. REVISÃO DE LITERATURA**

Neste capítulo serão abordados os seguintes temas: processamento auditivo (PA), dislexia e supressão das EOATs. Os tópicos foram organizados com ênfase no encadeamento de idéias para facilitar a leitura e o entendimento do trabalho, não privilegiando, necessariamente, a ordem cronológica das pesquisas apresentadas.

### **III.a. PROCESSAMENTO AUDITIVO**

Para a ASHA (1996), o Processamento Auditivo se refere à eficiência e eficácia com que o SNAC utiliza a informação auditiva. Ele é responsável pelos seguintes fenômenos: localização e lateralização do som, discriminação auditiva, reconhecimento de padrões auditivos, aspectos temporais da audição (integração, discriminação, ordenação e mascaramento temporal) e desempenho auditivo com sinais acústicos competitivos e degradados.

O Distúrbio do Processamento Auditivo (DPA) é uma alteração observada em um ou mais dos componentes listados acima (ASHA, 1996).

Os testes comportamentais do PA podem ser categorizados, de acordo com a tarefa auditiva geral que requeiram. Os testes de PA temporal avaliam as habilidades auditivas de ordenação, discriminação, resolução e integração temporal. Os testes de escuta dicótica envolvem a apresentação de estímulos diferentes simultaneamente às duas orelhas. Os testes de interação binaural avaliam a habilidade do SNAC para processar a informação díspar, mas complementar, apresentada às duas orelhas. E os testes monoaurais de baixa redundância avaliam a habilidade do ouvinte de realizar o fechamento auditivo, a figura-fundo e a discriminação quando uma parte do sinal auditivo está distorcida ou ausente (Santos e Barreiro, 2005).

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

Segundo Bellis (2003), mudanças morfológicas no cérebro dependentes da idade determinarão em larga escala a habilidade da criança em desempenhar determinadas atividades auditivas. Estruturas do SNAC continuam a formar novas ligações sinápticas e a aumentar sua eficiência até a adolescência e, possivelmente, até a idade adulta.

Schochat (2001) salientou que os principais objetivos da avaliação do PA são verificar a integridade e o estado de neuromaturação da via auditiva. A maturação da via auditiva foi bastante documentada em diversos estudos com os testes eletrofisiológicos (Ponton et al., 2000; Kraus, 2001; Schochat, 2001), nos quais foram verificadas respostas melhores desde o nascimento até aproximadamente a idade de 12 anos, quando os padrões de respostas tornaram-se semelhantes aos dos adultos.

Musiek e Gollegly (1988), em estudo realizado com crianças com distúrbios de aprendizagem, encontraram pouca melhora de resposta com o aumento da idade, principalmente, nos testes dicóticos. Os autores associaram este dado com a possível maturação tardia de corpo caloso, área envolvida nos testes dicóticos. Na conclusão, afirmaram que os aspectos da maturação são de especial interesse em casos de distúrbio de aprendizagem, pois ocorrem em crianças que freqüentemente apresentam atraso no desenvolvimento de habilidades auditivas.

A razão para se avaliar o PA em crianças em idade escolar com e sem dificuldades de aprendizagem está baseada na hipótese que um déficit perceptual específico da audição pode ser a base de muitos problemas de aprendizagem (Cacace, Mcfarland, 1998; Neves e Schochat, 2005; Murphy e Schochat, 2007).

Os achados típicos na avaliação do PA de crianças com dificuldade de aprendizagem são: déficit de orelha direita (OD) ou bilateral nos testes dicóticos, baixo desempenho em testes monoaurais de baixa redundância, limiares elevados de detecção de intervalos de silêncio e a análise qualitativa dos tipos de erros evidencia omissões e substituições fonêmicas (Alvarez et al., 1997; Bellis, 2003).

Para Felli (2002), o PA está intimamente relacionado a dificuldades na linguagem oral e escrita, pois a audição é a principal via de entrada para a aquisição da linguagem oral, e, embora a linguagem escrita tenha suas peculiaridades, é baseada na linguagem oral, na escrita alfabética, sendo que ambos (sistema escrito e oral) se interpenetram.

A partir da identificação das habilidades auditivas deficientes por meio da avaliação do PA, é possível direcionar o processo de intervenção educacional e terapêutico para o fortalecimento dessas habilidades. Ponton et al. (2000) afirmaram que a verificação da maturação de respostas auditivas fornece dados para que sejam realizadas estimulações adequadas de acordo com o grau do atraso encontrado.

A estimulação auditiva adequada reforçará as conexões neurais da criança, e, em consequência, fortalecerá os processos e habilidades auditivas, além de facilitar as estratégias de compensação. Para tanto, na terapia, sugere-se ênfase nos aspectos de síntese fonêmica para promover a consciência fonológica, estimulação mono e binaural e habilidade auditiva de figura-fundo para dessensibilização da fala em presença de ruído (Gielow, 1997).

O tempo é uma dimensão muito importante para a audição, uma vez que quase todos os sons variam ao longo do tempo (Moore, 2003). Por definição, os sons são eventos físicos (flutuações rápidas de pressão) que estão distribuídos no tempo (Phillips, 1993).

O PA temporal pode ser definido como a percepção do som ou da alteração do som dentro de um período restrito e definido de tempo, ou seja, refere-se à habilidade de perceber ou diferenciar estímulos que são apresentados numa rápida sucessão (Shinn, 2003; Samelli e Schochat, 2008).

Muitas evidências sugerem que as habilidades do processamento temporal são a base do PA, especificamente no que concerne à percepção de fala. O argumento que suporta esta proposição é que muitas características da informação auditiva são, de alguma forma, influenciadas pelo tempo (Shinn, 2003; Shibata et al., 2004; Samelli e Schochat, 2008).

A identificação de sílabas consoante-vogal individuais, por exemplo, está relacionada com o intervalo entre a liberação do ar e a vibração das pregas vocais (/ba/ versus /pa/); e com o tempo de silêncio entre as consoantes e as vogais (/sa/ versus /sta/). O arranjo seqüencial das sílabas também é importante para o reconhecimento de fala (exemplo: *la-dy versus de-lay ou sa-co versus co-ça*). Da mesma forma, a duração de cada sílaba é crítica, bem como o intervalo entre as sílabas (Ex: “*kiss the sky*” versus “*kiss this guy*” ou “Não feche a porta!” versus “Não, feche a porta!” ou “em tão pouco tempo...” versus “então, pouco tempo...”). Além disso, pistas prosódicas como pausas e velocidade de fala são usadas para determinar o conteúdo semântico (Buonomano e Karmarkar, 2002; Moore, 2003; Samelli e Schochat, 2008).

A riqueza do PA temporal tem como base a estrutura dos eventos transitórios. Eventos acústicos transitórios podem ser definidos como eventos acústicos breves, que devem ser segregados e percebidos separadamente de outros eventos acústicos (Phillips, 1993; Phillips et al., 1997; Moore, 2003).

Pode-se ter uma idéia da importância dos eventos transitórios para a percepção da fala, analisando-se o tempo de início da sonorização (*voice onset time* – VOT). No caso da discriminação entre consoantes plosivas surdas e sonoras (exemplo: /pa/ versus /ba/), uma das maiores pistas perceptuais é dada pelo VOT, ou seja, o curto tempo entre a “explosão” (consoante – evento transitório) e o início da emissão (vogal – evento periódico) (Phillips, 1993; Eggermont, 1997; Phillips et al., 1997). Os VOTs mais curtos (até 30 milissegundos - ms) são percebidos como consoantes sonoras, enquanto os VOTs mais longos (de 30 a 60 ms) são percebidos como consoantes surdas (Eggermont, 1997; Samelli e Schochat, 2008).

O PA temporal pode ser dividido em quatro categorias (Baran e Musiek, 2001; Shinn, 2003; Muniz et al., 2007):

a. *Ordenação ou seqüencialização temporal*: processamento de múltiplos estímulos auditivos na sua ordem de ocorrência. É avaliada por meio dos testes de padrão de frequência e duração. O TPF, conforme Musiek, et al. (1990), consiste na apresentação de 30 tons baixos (880 Hz) e altos

(1430 Hz), com duração de 500 ms e intervalos de 300 ms entre os tons, apresentados de forma monoaural. O indivíduo deve verbalizar a ordem da seqüência de três tons ouvida. A aplicação do TPD é similar, porém utiliza como estímulo tons longos (500 ms) e curtos (250 ms), com intervalo de 300 ms entre os tons, sendo que a frequência é mantida constante em 1000 Hz. Calcula-se a porcentagem de acertos.

Embora os testes de padrões de frequência (TPF) e de duração (TPD) possuam construção similar, avaliam diferentes processos, sendo benéfica a aplicação de ambos (Baran e Musiek, 2001).

Tais diferenças também foram citadas por Balen (2001), quando se refere que as tarefas não verbais no TPF parecem envolver substratos neuroanatômicos inatos, enquanto as tarefas verbais no TPF e no TPD envolvem substratos neuroanatômicos mais complexos, que são desenvolvidos pela experiência ao longo da vida. Há também grande envolvimento dos mecanismos de memória, atenção e linguagem, os quais apresentam, na primeira década da vida, um longo período de desenvolvimento e são extremamente influenciados pela experiência do meio ambiente.

A ordenação temporal inclui 2 processos: a percepção do intervalo entre o estímulo e a discriminação da ordem de cada estímulo, podendo ser efetuada pelo reconhecimento do padrão em uma base global ou através da identificação de cada componente da seqüência. Este último exige que o ouvinte atribua um rótulo verbal para cada um dos elementos individuais (Hirsh, 1959).

b. *Integração ou somação temporal*: os sujeitos devem detectar sinais fracos em um ruído de fundo ou no silêncio. O limiar deste sinal fraco é medido em função de sua duração. Geralmente, a detecção do sinal é a mesma se o produto da duração e da intensidade do sinal se mantiver constante em pelo menos algumas escalas de duração. Para durações excedendo 500 ms, a intensidade do som no limiar é independente da duração. Contudo, para durações menores que 200 ms, a intensidade necessária para detecção aumenta com a diminuição da duração. Além

disso, em uma dada intensidade, a *loudness* aumenta com o aumento da duração de 100 a 200 ms. A habilidade de integração temporal decorre da somação da atividade neuronal, resultante de uma adicional duração da energia sonora (Moore, 2003; Shinn, 2003; Dinenyi, 2004; Watson, 2004).

c. *Mascaramento temporal*: é caracterizado pela mudança do limiar de um som na presença de outro estímulo subsequente. Isto ocorre quando um estímulo é apresentado com duração e intensidade suficientes para reduzir a sensibilidade de outro estímulo apresentado antes ou depois do estímulo inicial. Sinais curtos são apresentados com diferentes intervalos de tempo, em relação ao som mascarador. Se este sinal preceder o mascarador, a tarefa é chamada de “mascaramento sucessivo” (*backward masking*); se o sinal seguir o mascarador, o processo é o “mascaramento antecessor” (*forward masking*) (Moore, 2003; Shinn, 2003).

d. *Resolução, discriminação ou acuidade temporal*: refere-se ao mínimo tempo requerido para segregar ou resolver eventos acústicos. O limiar para resolução temporal é conhecido como acuidade auditiva ou tempo mínimo de integração temporal (Shinn, 2003; Lister et al., 2006). Este aspecto do funcionamento do sistema auditivo, no qual mudanças acústicas transitórias podem ser acuradamente identificadas, é fundamental para a compreensão da fala humana (por exemplo, VOT), constituindo-se num pré-requisito para as habilidades lingüísticas, bem como para a leitura (Eggermont, 2000; Lister et al., 2006).

As maiorias dos padrões que distinguem os sons da fala baseiam-se em diferenças temporais de milissegundos, e por esta razão, diversos testes que buscam avaliar a resolução temporal foram desenvolvidos, baseados na detecção de intervalos de tempo inter-estímulos, os chamados *gaps* (Au e Lovergrove, 2001; Baran e Musiek, 2001; Neijenhuis et al., 2001).

O teste GIN – *Gaps in Noise*, foi desenvolvido por Musiek, para avaliar os limiares de detecção de *gaps* a serem utilizados na prática clínica (Musiek et al., 2004). Este teste possui parâmetros para a avaliação temporal, tais como: utilização de material não-verbal, *gaps* inseridos em ruído branco e colocação dos *gaps* de forma randômica. O indivíduo deve responder toda vez que perceber o *gap*, e em cada estímulo pode haver mais de uma possibilidade de ocorrência do

mesmo *gap*. Essa característica do teste evita respostas do tipo “sim ou não” apenas, favorecendo a fidedignidade do limiar encontrado.

O teste GIN é um instrumento de relevância clínica na detecção de alterações de resolução temporal em adultos e crianças. Muitos trabalhos foram realizados no sentido de relacionar as alterações de fala e escrita de crianças sem outros comprometimentos, com alterações nesta habilidade (McCroskey e Kidder; 1980; Heath et al., 1999; Musiek et al., 1999; Schochat et al., 2000; Ventriglio, 2005; Muniz et al., 2007).

McCroskey e Kidder (1980), Brady et al. (1983) e Murphy e Schochat (2007) apresentaram estudos mencionando a hipótese do PA rápido para explicar a dificuldade na leitura e na escrita como resultante de déficits no processamento fonológico, mostrando que estes indivíduos apresentavam maiores dificuldades em perceber o intervalo entre o som e o silêncio, o que influi significativamente no processamento das informações fonológicas. Sabe-se que a codificação de informações temporais do som como sua duração, intervalo e ordem de aparecimento dos estímulos, provê informações vitais para o sistema nervoso (SN) (Frisina, 2001; Murphy e Schochat, 2007).

Musiek (1994) realizou seu primeiro estudo utilizando o TPF em dois diferentes níveis de intensidade: 20 decibels nível de audição (dBNA) e 50 dBNA. A amostra foi constituída por 60 adultos jovens com audição normal. Metade da amostra foi submetida ao TPF na intensidade menos elevada e a outra metade, na intensidade mais elevada. Os 60 itens foram aplicados a cada uma das orelhas e a resposta exigida foi do tipo verbal, com nomeação dos padrões. O autor constatou que os escores médios encontrados foram de aproximadamente 90% de acertos e o valor de corte sugerido para esta população foi de 78%. Não foram encontradas diferenças significativas entre as intensidades de aplicação do teste e nem entre as orelhas.

Musiek (1994) mostrou que sujeitos com audição normal apresentam pequena porcentagem de inversões dos padrões de frequência, o que não ocorre com sujeitos com

anormalidade cerebrais, os quais demonstram grande número de inversões. Desta forma, as inversões são consideradas como erros ou tipos de erros.

Um estudo com 24 crianças com idades de 8 a 12 anos e queixa de fracasso escolar, comparou as respostas frente às provas de LS, MSNV e MSV e os resultados da avaliação de linguagem, na qual incluíam testes de fonoarticulação, recepção oral, código gráfico, pragmática da língua e observação comportamental. Neste estudo, as crianças que apresentaram alteração na avaliação de linguagem também apresentaram alteração no PA (Cruz e Pereira, 1996).

Corazza (1998) estudou 80 universitários brasileiros com idade entre 17 e 30 anos, de ambos os gêneros. A autora investigou o desempenho desta população, analisando as variáveis orelhas, gênero, nível de intensidade de apresentação dos estímulos (20 e 50 dBNS) e modalidade de resposta e estabeleceu valores de corte para a utilização do teste clinicamente. As características dos tons foram 880 Hz como tom grave e 1122 Hz como agudo, com tempo de duração de 150 ms e intervalo de 200 ms. O tipo de resposta foi o murmúrio e a nomeação. O valor sugerido como corte foi de 76%. Os resultados obtidos não revelaram diferença significativa entre as orelhas, nem mesmo quanto ao nível de intensidade de aplicação do teste. As variáveis gênero e tipo de resposta, entretanto, foram estatisticamente diferentes, de forma que o gênero masculino e a resposta murmurada possibilitam melhores resultados.

Schochat, Rabelo e Sanfins (2000) avaliaram 148 brasileiros aplicando o TPF com resposta não verbal, comparando-o com a padronização existente para um grupo de sujeitos de outro idioma. A faixa etária estudada foi de 7 a 16 anos. Os autores não observaram diferença significativa entre as orelhas e nem entre o desempenho da população brasileira comparada à norte-americana. Houve melhora do desempenho com a idade e variabilidade de resultados entre os grupos de sujeitos de 7 a 11 anos, o que não ocorreu a partir dos 12 anos. As autoras encontraram resultados médios de 34,6% na OD e 41,3% na orelha esquerda (OE) para os sujeitos de 7 anos; 45,6% e 45,3% para os de 8 anos; 46% e 47,6% para os de 9 anos, referentes à OD e OE respectivamente. Os sujeitos de 10 anos obtiveram 65,6% na OD e 62,3% na OE, e o

desempenho para os de 11 anos foi de 55,4% e 47,8% para OD e OE, respectivamente. Para os sujeitos mais velhos (16 anos), o desempenho médio foi de 75,3% e 72,5% para OD e OE.

Schochat, Rabelo e Sanfins (2000) estudaram o TPD e o aplicaram em 148 sujeitos de 7 anos e 11 meses a 16 anos e 11 meses. As autoras utilizaram a mesma metodologia empregada na avaliação do TPF e as características da população selecionada foram as mesmas. Quanto à modalidade de resposta, foi utilizada a não verbal. Foram obtidos resultados que não indicaram diferenças significativas em relação à padronização existente para outros idiomas, nem mesmo para as orelhas testadas. Houve melhora progressiva no desempenho do teste com o aumento da idade e maior variabilidade dos resultados para o grupo de sujeitos entre 7 e 11 meses, porém, tal variabilidade também foi presente até os 16 anos de idade. Os resultados médios obtidos para OD e OE nos sujeitos de 7 anos foram 27,6% e 28,3%, respectivamente. Para a faixa etária de 8 a 11 anos foram de 34,6% e 32%, 37,7% e 39,3%, 50,3% e 48,5%, 48,4% e 56,4% respectivamente, referentes à OD e à OE. O desempenho médio encontrado para os sujeitos mais velhos (16 anos) foi de 78,8% e 76,9% para OD e OE, respectivamente.

Em um estudo com 211 sujeitos, Balen (2001) aplicou o TPF (Auditec, 1997) com resposta verbal e não verbal, a fim de estabelecer o perfil de desempenho na habilidade de reconhecimento de padrões auditivos temporais. A faixa etária avaliada foi de 7 a 11 anos, sem alterações na linguagem, fala, audição e/ou aprendizagem, sem comportamento hiperativo e sem conhecimento musical. Verificou-se que a resposta para o TPF não verbal foi significativamente melhor quando comparada à resposta verbal, sendo constatada uma progressão significativa no desempenho com o aumento da idade apenas para a resposta verbal. Foram observadas diferenças significantes entre as orelhas para a resposta verbal, sendo a OD a de melhor desempenho. Porém, a autora atribuiu este resultado à metodologia empregada, já que o teste era iniciado sempre pela OD. Quanto à variável gênero, a autora referiu não haver diferença significativa estatisticamente entre os gêneros, quando analisado o desempenho por faixa etária.

Balen (2001) também aplicou o TPD em 199 sujeitos. A metodologia usada e a população estudada são as mesmas descritas para este estudo quando usado o TPF. A modalidade de resposta solicitada foi a não verbal (apontar) e em seguida a verbal. A autora observou diferenças estatisticamente significantes entre os tipos de respostas apenas na OE, sendo o desempenho com resposta não verbal superior ao verbal. Obteve-se diferença significativa entre as orelhas, mas não entre o gênero, quando comparado à faixa etária. Houve melhora significativa no desempenho com o aumento da idade, para as duas modalidades de respostas, principalmente a partir dos 10 anos. A autora observou alta variabilidade de desempenho no TPD com respostas não verbais e verbais, e o desempenho no TPF foi superior ao obtido no TPD em quase todas as situações de avaliação.

Barreiro (2003) estudou o desempenho de 14 crianças no TPD. Foram avaliadas duas modalidades de respostas, verbal e não verbal. Foram obtidos valores médios de 52,1% e 51,1% para a resposta não verbal, OD e OE respectivamente. Na modalidade verbal, o desempenho médio foi de 47,3% e 51,6% para OD e OE, respectivamente. A autora não encontrou diferença significativa entre as orelhas para nenhuma das respostas avaliadas, nem mesmo entre as duas modalidades de resposta.

Bellis (2003) referiu que, na sua padronização clínica para os testes TPF e TPD, as crianças só atingiram valores similares aos dos adultos por volta dos 11 ou 12 anos, o que comprovou a hipótese da necessidade completa de maturação das estruturas neurais críticas para a tarefa de nomeação de padrões não lingüísticos, em particular do corpo caloso.

Daniel et al. (2003) investigaram a correlação entre dificuldades escolares e reconhecimento de fala na presença de ruído. Para tanto, as autoras compararam as respostas de escolares com e sem histórico de repetência escolar em tarefas de reconhecimento de fala. As autoras verificaram que os dois grupos apresentaram desempenho semelhante em tarefas de reconhecimento de fala no silêncio e o grupo com histórico de repetência apresentou desempenho pior na tarefa de reconhecimento de fala na presença de ruído. Assim, concluíram que a

repetência escolar pode ser influenciada pelas dificuldades perceptuais auditivas apresentadas por escolares em ambiente ruidoso.

De acordo com Tallal (2003), a vantagem da OD para discriminar sons da fala, em testes dicóticos, parece ser fortemente influenciada por parâmetros temporais, ou seja, a diminuição da velocidade de transição de formantes, dentro de uma sílaba, leva a alteração da magnitude da vantagem da OD para a fala. A pesquisadora sugere que a especialização do hemisfério esquerdo (HE) para mudanças acústicas rápidas pode servir de base à especialização para percepção da fala.

Furbeta e Fellipe (2005) analisaram as respostas de crianças com dificuldades de leitura-escrita submetidas à avaliação simplificada do PA e à tarefa de memória sequencial com quatro sílabas. Os resultados demonstraram haver relação estatisticamente significativa entre apresentar dificuldade de leitura-escrita e falhar nas tarefas de memória com quatro sílabas e com sons instrumentais, sendo estas tarefas eficientes nesta detecção. Concluíram que existe relação entre as alterações do PA e a dificuldade de leitura-escrita.

Neves e Schochat (2005) estudaram a maturação dos processos perceptuais auditivos em crianças na faixa etária de 8 a 10 anos com e sem queixa de dificuldades escolares. Para isso, utilizaram os testes de Fala com Ruído, Dicótico Não Verbal e Teste de Identificação de Dissílabos Alternados, verificando melhora no desempenho com o aumento da idade nos indivíduos com e sem queixa de dificuldades escolares e diferenças estatisticamente significantes entre as respostas apresentadas pelos dois grupos. Segundo as autoras, o desempenho pior dos indivíduos com dificuldades escolares nos testes pode ser manifestação de atraso maturacional.

Estudos demonstram a possibilidade de que dificuldades no PA possam levar à dificuldades para perceber rapidamente sons semelhantes (Rotta e Pedroso, 2006).

Balen et al. (2009), estudaram o processamento temporal de 19 crianças com desenvolvimento normal em 2 testes que tem como objetivo avaliar a resolução temporal, dentre eles o GIN. Nos resultados deste teste, 10 crianças foram avaliadas e os autores encontraram

média de limiar de 5,7 ms para OD e 5,4 ms para OE. Foram encontradas ainda, discrepâncias entre os resultados dos dois testes avaliados, e destacada a importância da avaliação da resolução temporal nos protocolos de avaliação clínica do PA, além da necessidade de se estabelecer padrões normativos para a população infantil brasileira.

Engelmann e Ferreira (2009) estudaram a relação entre dificuldades de aprendizagem e o DPA em uma turma de segunda série. Através da aplicação de testes de leitura os alunos foram classificados quanto à fluência em leitura, sendo um com maior fluência (grupo A) e outro com menor fluência (grupo B). Os testes de PA foram comparados entre os grupos. Todos os participantes apresentaram dificuldades de aprendizagem e DPA. Verificou-se que a variável memória sequencial verbal do grupo de menor fluência em leitura (grupo B) foi significativamente melhor ( $p=0,030$ ). Concluíram a importância da memória sequencial verbal no aprendizado da leitura e escrita.

Em estudo realizado com a avaliação simplificada do PA em escolares de 5 a 10 anos de idade, 56% das crianças obtiveram resultados de acordo com o esperado para a idade nos testes utilizados. Os pesquisadores referem que 100% dos escolares de 10 anos avaliados tiveram resultados compatíveis com os esperados no teste de LS e MSNV. No teste MSV, 97% das crianças tiveram desempenho satisfatório. Os autores verificaram que há um crescente número de acertos nos testes de memória sequencial para sons em função da idade cronológica (Santos et al., 2009).

Shinn et al. (2009) aplicou o teste GIN em 72 crianças, nas idades de 7 a 18 anos, divididas em seis grupos por idade. Os autores não encontraram diferenças significantes entre o desempenho das orelhas esquerda e direita, nos grupos estudados, e sugerem que a maturação do sistema auditivo, no que se refere à habilidade de resolução temporal ocorre de forma semelhante para ambas as orelhas. Alguns estudos não concordam com estes resultados e apontam vantagem da OD em tarefas de resolução temporal (Brown et al., 1997; Sulakhe e Nichols, 2003).

### **III.b. DISLEXIA**

Segundo *International Dyslexia Association* (1994), a dislexia é um dos distúrbios de aprendizagem. Considerado como um distúrbio específico da linguagem, de origem constitucional, caracterizado pela dificuldade em decodificar palavras simples, mostrando uma insuficiência no processo fonológico. Estas dificuldades na decodificação de palavras simples não são esperadas em relação à idade cronológica. Apesar de instrução convencional, adequada inteligência, oportunidade sócio-cultural e sem distúrbios cognitivos fundamentais, a criança falha no processo da aquisição da linguagem. A dislexia é apresentada em várias formas de linguagem, freqüentemente incluídos problemas na leitura, aquisição e capacidades de escrever e soletrar.

Giachet e Capellini (2000) descreveram a dislexia manifestando-se com falha nas habilidades sintáticas, semânticas e pragmáticas, distúrbio fonológico, dificuldade na linguagem em sua modalidade escrita no período escolar, déficits na função expressiva, alteração no processamento de informações auditivas e visuais, habilidade narrativa comprometida para recontagem de estórias (uso de memória), dificuldade na linguagem escrita no período escolar e inteligência compatível com a normalidade.

Cerca de 30 a 40% da população brasileira que freqüentam as primeiras séries escolares possuem algum tipo de dificuldade de aprendizagem (Ciasca, 2003). A dislexia atinge de 5% a 15% da população escolar, podendo ser do tipo visual, fonológica e mista, apresentando disfunções em áreas específicas dos lobos occipital, temporal, frontal e pré-frontal dependendo das dificuldades apresentadas (Ciasca, 2000).

A relação entre a dislexia e comorbidades é frequentemente estudada. O exemplo principal e mais controverso é a relação entre o transtorno de linguagem e a dislexia. Snowling (2000) afirma que já é bem aceita, por meio de estudos epidemiológicos, que atrasos e dificuldades no desenvolvimento da linguagem são mais comuns em crianças com dislexia do que

no controle. Clark et al. (2000) afirmam que dislexia e o transtorno específico de linguagem podem simplesmente representar diferentes manifestações do mesmo transtorno subjacente e classifica como transtorno no aprendizado da linguagem tanto a dislexia como o transtorno específico de linguagem; ambos seriam caracterizados por uma limitação significativa no aprendizado da leitura e/ou linguagem sem a presença de condições favoráveis para tal como nível de inteligência rebaixado ou presença de perda auditiva.

Existem diversas classificações para a dislexia. Boder (1973) classificou a dislexia disidética como a incapacidade no reconhecimento de palavras como um todo, decorrente do déficit em processamento visual; e a disfonética, caracterizada por incapacidade de aplicar regras de correspondência fonema-grafema, decorrente do déficit no PA.

Boder (1973) estudou 107 crianças disléxicas sendo disfonéticos (67%), disidéticos (10%) e um grupo misto (23%). Os primeiros lêem bem as palavras conhecidas por eles, ou seja, que eles memorizaram visualmente, mas não lêem nem escrevem as palavras que encontram pela primeira vez; eles as adivinham a partir do contexto e de indicações como a primeira letra ou a extensão da palavra, e cometem muitos erros de substituição semântica, seu QI verbal é inferior ao QI de desempenho. Os disidéticos apresentam leitura lenta, correta, baseada na decodificação fonética, mas só podem ler palavras curtas. Ao ditado, cometem erros foneticamente aceitáveis, vocabulário visual pobre, QI verbal é superior ao QI de desempenho, apesar de ambos os quadros serem considerados normais, os disléxicos do tipo misto reúnem dificuldades desses dois tipos e ainda apresentam confusões espaciais.

Estudos referem várias possibilidades de explicar a fisiopatologia da dislexia. Uma delas se compõe de três categorias: a primeira, que pressupõe um déficit fonológico. Os pesquisadores que estudam a dislexia apenas do ponto de vista fonológico, consideram que esta é uma alteração apenas lingüística, não relacionada a dificuldades perceptivas (Bradley e Bryant, 1978; Shaywitz, 1998). A segunda, na qual ocorre uma dificuldade de nomeação rápida; e a terceira, que é a teoria do duplo déficit, relaciona a dificuldade na leitura e escrita com as duas situações anteriores.

Outras teorias se baseiam no envolvimento das percepções auditiva e visual (Farmer e Klein, 1995).

A hipótese de que o déficit fonológico seja um dos fatores causais da dislexia, é demonstrado em crianças com dificuldades no momento do uso da rota sublexical para a leitura, ou seja, da conversão grafema/fonema em atividades que exigem habilidades fonológicas, como em leitura de palavras inventadas ou na categorização das palavras quanto aos sons (Ellis, 1995).

Diversas pesquisas evidenciam que alterações no processamento fonológico, ou seja, na habilidade metalingüística da criança em reconhecer, manipular, armazenar e pensar sobre a estrutura fonológica da palavra parece ser extremamente prejudicial ao processo ensino-aprendizagem da leitura e da escrita (Santamaria et al., 2004; Gindri et al., 2007). As alterações neste processo podem se manifestar na dificuldade de consciência fonológica, acesso lexical, articulação, discriminação e memória fonológica. A qualidade das representações fonológicas determina a facilidade e a rapidez de acesso consciente às unidades fonológicas (Swan e Goswami, 1997). A memória verbal de curto prazo, dependente de um processamento fonológico efetivo, é muito importante durante o processamento da leitura, quando é necessário estocar os segmentos fonológicos por um período curto de tempo até o processo total de decodificação da palavra.

Crianças que apresentam dificuldades em processar os estímulos sonoros da fala poderão apresentar dificuldade em segmentar e manipular a estrutura fonológica da linguagem oral e, conseqüentemente, estarão sujeitas a apresentar dificuldades de leitura e escrita. Sabe-se que o aprendizado inicial da leitura e escrita necessita das informações fonológicas e estas das acústicas para decodificar e codificar fonemas (Mendonça, 2002).

Capovilla e Capovilla (2000) avaliaram o efeito do treino de consciência fonológica sobre as habilidades metafonológicas, leitura, escrita, conhecimento de letras, memória de trabalho, acesso ao léxico à memória de longo prazo em 55 escolares da 1ª série do Ensino Fundamental do município de Marília-SP, sendo 33 do gênero masculino e 22 do feminino, com nível sócio-

econômico baixo. O grupo experimental foi composto por escolares que apresentaram escore inicial em consciência fonológica abaixo da média; os dois grupos controle (GC) foram constituídos por sujeitos com escore em consciência fonológica, um abaixo e outro acima da média. Após 27 sessões de treinamento de duração de 30 minutos cada, o GE apresentou aumento na pontuação - padrão na Prova de Consciência Fonológica, mas também em leitura e ditado de palavras e pseudo-palavras e no reconhecimento de letras.

Modelos de remediação foram estudadas por Etchepareborda (2003). O autor relatou dois modelos para crianças com o quadro de dislexia do desenvolvimento: o primeiro, modelo evolutivo, tem como objetivo desenvolver áreas sensório-motoras da criança para que a mesma adquira os elementos necessários para a leitura e escrita, que ocorre antes do período de alfabetização; e o segundo, o modelo cognitivo, trabalha a decodificação da leitura e a organização do processamento verbal pelo modelo “*bottom-up*” (acesso exterior dos estímulos visuais e auditivos) e “*top-down*” (atividade interior dos processos verbais superiores de abstração e categorização). Os treinos propostos pelo autor demonstram avanços na consciência fonológica, semântica, sintaxe, gramática, memória de trabalho e sequenciação de eventos.

As atividades lingüístico-cognitivas do programa de remediação fonológica realizado por Salgado (2005) proporcionou melhora não apenas quantitativa, mas principalmente qualitativa nos escolares com dislexia do desenvolvimento, quanto à produção textual, nível e velocidade de leitura e consciência fonológica, favorecidos pelo uso do processamento fonológico da informação.

Panagiots et al. (2007) realizaram remediação das habilidades fonológicas com quinze crianças entre 7 e 9 anos de idade com dislexia, e após a mesma demonstraram mudanças na ativação do cérebro, na região posterior do giro temporal mediano, por meio da magnetoencefalografia, verificando a eficácia no processo de remediação da leitura.

Pesquisas têm evidenciado alterações no PA em crianças com dificuldade de aprendizagem, dentre elas, a dislexia (Tallal, 1980; Ulman, 2001; Daniel et al., 2003; Garcia et

al., 2005; Furbeta e Felipe, 2005; Neves e Schochat, 2005; Sauer et al., 2006).

Atualmente, existem controvérsias sobre a relação causal, principalmente porque nem todas as pesquisas comprovaram que disléxicos apresentam DPA. No entanto, é possível que alguns disléxicos que apresentam dificuldades no processamento fonológico, também apresentem alterações visuais e no PA.

O déficit no processamento rápido pode acontecer com uma quebra no processamento temporal em um momento crítico do desenvolvimento precoce de forma que o SN fica incapaz de processar rapidamente, armazenar e manipular a informação e este se adapta para processar as informações que chegam mais lentamente. Tal fato pode contribuir para que a correspondência grafofonológica seja efetivamente prejudicada durante a aquisição da leitura e da escrita. Portanto, a percepção adequada da duração de um som, enquanto seqüência de eventos, é imprescindível para o processamento das pistas acústicas da fala, devendo, portanto, ser analisada durante o processo diagnóstico (Musiek et al., 1999).

Para a discriminação efetiva dos fonemas é necessária a detecção precisa de mudanças rápidas que ocorrem nos primeiros milissegundos da vocalização. Uma dificuldade na detecção dessas transições compromete, inevitavelmente, a identificação de pistas fonológicas.

A aplicação de testes auditivos em crianças com dislexia iniciou-se com o estudo de Tallal (1980). Esse autor hipotetizou que as dificuldades de leitura estariam correlacionadas à disfunção perceptual auditiva básica e afetariam a habilidade para aprender a usar as habilidades de consciência fonológica adequadamente. Seria possível que os comprometimentos lingüísticos ou cognitivos poderiam ser resultantes de problemas perceptuais primários. Em seu estudo, o pesquisador relacionou a dificuldade na coordenação temporal com os problemas de decodificação fonológica. Seu estudo demonstrou que uma minoria de crianças disléxicas experimenta dificuldades no PA temporal, e foram as crianças com dificuldades fonológicas mais graves que tiveram maiores dificuldades na tarefa auditiva.

Wright et al. (1997) citam a importância das pistas temporais na percepção da fala:

identificação de sílabas isoladas formadas por consoante e vogal, correlacionadas com o intervalo entre a liberação do ar e a vibração das pregas vocais, a duração da transição de frequência e o tempo de silêncio entre as consoantes e vogais. Além disso, pistas prosódicas como as pausas, a duração dos segmentos de fala e a velocidade de fala podem influenciar no conteúdo semântico.

Disléxicos de 7 a 10 anos de idade foram avaliados em testes em que deveriam fazer julgamentos temporais em relação à ordem de apresentação de pares de estímulos verbais e não verbais. Eles apresentaram dificuldades em julgar a ordem de duas consoantes abertas ou de dois tons breves, que requerem a percepção de informações acústicas que mudam rapidamente, mas a habilidade de fazer julgamentos temporais que envolviam vogais tônicas era normal (Read, 1989).

Heath et al. (1999) relataram que apenas as crianças com dificuldades na leitura que são acompanhadas por comprometimentos na linguagem oral exibem alterações no PA temporal. As crianças com desempenho inferior nas tarefas de consciência fonológica foram as que apresentaram tendência a exigir intervalos inter-estímulos longos para terem um bom resultado.

Alguns estudos sugeriram que prejuízos no processamento fonológico em crianças com dislexia podem refletir um déficit mais fundamental no processamento e na integração de sinais auditivos rápidos, sucessivos e transientes no sistema nervoso (Tallal, 1980; Merzenich et al., 1996).

Nos estudos de Tallal (1980) e Musiek et al. (1990) observou-se que, não só os sons verbais representam uma dificuldade para os disléxicos, como se pensava há alguns anos, mas também que os aspectos supra-segmentares da fala (frequência, intensidade, tonicidade, ritmo e a entonação da fala) representam um obstáculo para a aprendizagem da leitura e da escrita.

Com o intuito de investigar a relação entre crianças com dislexia e distúrbio de linguagem oral, Tallal et al. (1993) aplicaram testes envolvendo variados estímulos sensório-motores (visual, cross-modal, tátil, auditivo e motor) em dois grupos: o primeiro apresentava desempenho em leitura e linguagem oral inferior ao GC e o segundo apresentava desempenho inferior apenas em

relação à leitura. Crianças que apresentavam dislexia e distúrbio de linguagem oral concomitantes apresentaram déficits na leitura de não palavras e no processamento temporal não verbal. Já as crianças que apresentaram apenas dislexia não apresentaram déficits envolvendo decodificação fonológica e processamento temporal em nenhuma modalidade. Os pesquisadores sugeriram que as dificuldades de leitura encontradas em ambos os grupos parecem ocorrer em níveis diferentes.

Nagarajan et al. (1999) estudaram o processamento acústico de maus leitores adultos, utilizando métodos psicofísicos e eletrofisiológicos. Seus objetivos eram determinar se haviam diferenças, em maus e bons leitores, no processamento cortical de estímulos auditivos rápidos e sucessivos. Para isso, enquanto os sujeitos participavam de testes envolvendo discriminação e ordenação de frequência, eram obtidas respostas do córtex auditivo primário, no HE. Os resultados mostraram que a amplitude de respostas para estímulos rápidos e sucessivos, idênticos ou diferentes quanto a frequência, foram substancialmente menores em maus leitores, comparados com o controle, para intervalos inter-estímulos de 100 a 200 ms, mas não para 500 ms. Frente aos resultados, os pesquisadores concluem, através das evidências eletrofisiológicas que dificuldades de leitura estão correlacionadas com representação neural anormal de estímulos sensoriais rápidos e sucessivos.

Para testar a hipótese de que a sensibilidade para estímulos visuais e auditivos dinâmicos influenciam o desenvolvimento de habilidades de leitura, Talcott et al. (2000) aplicaram uma bateria de testes psicofísicos em crianças sem problemas de leitura. Foi realizada a comparação entre os níveis de sensibilidade para estímulos sensório-motores e auditivos, com frequência modulada, e os desempenhos em provas de decodificação fonológica e ortográfica. Os resultados mostraram que a sensibilidade para estímulos auditivos com frequência modulada foi altamente relacionada às habilidades fonológicas e não às ortográficas. Já a sensibilidade para os estímulos visuais foram altamente relacionados às habilidades ortográficas e não às fonológicas. Os pesquisadores sugerem que, embora os dados não estabeleçam uma relação causal, habilidades auditivas e visuais parecem interferir e, de maneira independente, na determinação da habilidade

de aprender a ler.

O desempenho de crianças com dislexia no programa de remediação fonológica mostrou-se eficaz, segundo Capellini (2001), sendo que as mesmas apresentaram desempenho superior em situação de pós-testagem quando comparado com a pré-testagem, revelando melhora quanto à análise fonológica da linguagem escrita nestes escolares. As atividades desenvolvidas durante o programa de remediação aumentaram a frequência de ocorrência de palavras reais e inventadas em suas categorias regulares, regras e irregulares, possibilitando, por meio de generalizações, ampliação lexical, o uso do léxico de “*input*” visual e a utilização de funções integrativas auditivas e visuais, favoreceu associações da rota lexical e sublexical em atividades que exigiram dos escolares leitura e escrita de palavras reais e inventadas, oportunizando o uso do modelo de duplo processo de leitura para reconhecimento, decodificação e interpretação da palavra em contexto de sala de aula.

Ingelghem et al. (2001) afirmam que a hipótese de que haja uma relação entre processamento visual e a dislexia não é necessariamente conflitante com a teoria do PA temporal. Na verdade, como um resultado das duas linhas de pesquisa, a nova hipótese é de que haveria um déficit generalizado envolvendo o PA temporal. Para testar esta hipótese, os autores aplicaram teste envolvendo processamento visual através da detecção de dois flashes rápidos; para o PA foi utilizado o teste envolvendo a detecção do intervalo. Diferenças significativas foram encontradas no desempenho do grupo de crianças disléxicas para ambos os testes. E estas diferenças foram altamente correlacionadas com a habilidade para leitura de palavras e não-palavras. Os dados, portanto, corroboram os achados que confirmam a hipótese de um déficit generalizado envolvendo processamento temporal e dislexia.

Os testes que avaliam padrão de frequência e duração foram utilizados por Bretherton (2003) para avaliação das habilidades de percepção de padrão e ordenação temporal em crianças com dislexia, que apresentaram resultados alterados quando comparado ao desempenho de crianças normais.

Temple et al. (2003), através de estudos com neuroimagem funcional (fMRI), verificaram se o treinamento, a partir do Fast ForWord, poderia alterar as disfunções encontradas em crianças disléxicas, em estudos anteriores com neuroimagem funcional. Para isso, 20 crianças, de 8 a 12 anos, com diagnóstico de dislexia, e o GC participaram do treinamento com a duração média de 27 dias, sendo 100 minutos por dia e 5 dias por semana. O fMRI foi realizado durante atividades fonológicas antes e depois do treinamento. Os resultados mostraram que, do ponto de vista comportamental, houve melhora no desempenho para tarefas de linguagem oral e leitura. Fisiologicamente, crianças com dislexia mostraram aumento da atividade em múltiplas áreas cerebrais. Este aumento ocorreu no córtex temporo-parietal esquerdo e giro frontal inferior esquerdo; regiões próximas às regiões ativadas em GC. O aumento também foi encontrado em região frontal e temporal no HE. Os pesquisadores concluem que há correlação entre as novas áreas ativadas (temporo-parietal esquerda) com a melhora no desempenho em tarefas de linguagem.

Agnew et al. (2004) avaliaram sete crianças quanto à estímulos visuais e auditivos antes e após a participação do programa de remediação linguística. A proposta do programa visava melhorar as habilidades lingüísticas e a identificação rápida dos estímulos auditivos. Os autores concluíram que houve melhora quanto à discriminação auditiva temporal, mesmo não ocorrendo no domínio visual. Portanto, relataram ainda que apenas com estes resultados não poderiam generalizar a melhora na habilidade da leitura.

### **III.c SUPRESSÃO DAS EMISSÕES OTOACÚSTICAS TRANSIENTES - EOATs**

Estudos têm apontado supostas ações das vias eferentes no PA, com a melhora da discriminação auditiva, a seletividade das frequências altas e a inteligibilidade de fala, principalmente em ambientes ruidosos (Kawase et al., 1993; Giraud et al., 1997). Os estudos de

Hill et al. (1997), Azevedo (2003) e Carvallo (2003) também ressaltaram a importância deste sistema, sugerindo haver envolvimento na modulação das EOAs, na sensibilidade auditiva, na detecção do sinal no ruído, e nas tarefas de atenção.

Em seres humanos, é possível avaliar a via auditiva eferente por meio de dois métodos objetivos e não invasivos: a obtenção dos limiares do reflexo acústico e a supressão das EOAs (Hood et al., 1999).

O circuito mais conhecido dentro do sistema eferente, segundo Warr (1980), é o feixe olivococlear, que compreende dois tratos principais: o medial e o lateral. O trato lateral se origina das células próximas ao complexo olivar superior medial e é, primordialmente, composto por fibras não mielinizadas e não cruzadas, as quais terminam nas células ciliadas internas (CCIs). O trato medial é composto por fibras mielinizadas que tem origem na área ao redor da oliva superior medial. Muitas fibras cruzam para a cóclea oposta, onde se conectam às células ciliadas externas (CCEs).

As CCIs são consideradas como sendo células primordialmente sensoriais da cóclea e possuem inervação aferente menos densa que as CCEs, enquanto que estas funcionam como um efetor mecânico ativo (Brownell, 1990), proporcionando um “impulso” no mecanismo da membrana basilar para os primeiros 40 dB (Ashmore, 1988). Acredita-se que as CCEs sejam capazes de fornecer energia para as ondas viajantes, em sua propagação ao longo da membrana basilar, de forma a amplificar o deslocamento da membrana. Esta característica tende a aumentar a sensibilidade da cóclea na estimulação sonora.

Alguns estudos demonstraram que a estimulação do feixe medial (fibras contralaterais) gera diminuição da resposta neural da cóclea e do nervo auditivo, enquanto que a estimulação das fibras laterais (fibras homolaterais) diminui o limiar das fibras do núcleo coclear. Este mecanismo sugere a influência do trato olivococlear sobre a modulação da resposta da cóclea, de maneira tanto excitatória, quanto inibitória, ressaltando o controle central na atividade auditiva periférica (Galambos, 1956; Chermak e Musiek, 1997; Baran e Musiek, 2001; Bruel et al., 2001).

Acredita-se que o trato olivococlear medial, module os movimentos das CCEs pela liberação de acetilcolina na fenda sináptica (Sahley et al., 1997). Com isso, provoca uma hiperpolarização que se contrapõe à despolarização induzida pelos estímulos sonoros. O SOCM atenua o ganho da amplificação coclear, e reduz, conseqüentemente, a movimentação da membrana coclear, modificando, assim, a amplitude das EOAs (Guinan Jr, et al., 2003). Este mecanismo tem a finalidade de manter a membrana basilar em posição adequada para a transdução fiel das características do estímulo auditivo (Ludwig et al., 2001).

A ação eferente regula o comprimento, tensão e rigidez das CCEs ao longo do eixo coclear longitudinal. Essa ação exerce uma espécie de controle de ganho sobre o biomecanismo ativo não linear da porção coclear para estímulos de baixa intensidade, entre 44 e 55 dBNA (Sahley et al. 1997).

A ativação do sistema olivococlear medial (SOCM), tanto por estimulação elétrica em animais anestesiados, ou por estimulação sonora natural em animais acordados, fornece proteção significativa contra danos temporários ou permanentes por estimulação acústica elevada (Lieberman e Kujawa, 1999).

O efeito produzido pelo sistema eferente tem sido relatado por vários autores pela redução da amplitude das EOAs espontâneas e evocadas com o uso de estimulação acústica contralateral (Harrison e Burns, 1993; De Ceulaer et al., 2001). A estimulação contralateral por ruídos de banda larga ou estreita é considerada ativadora desse sistema, podendo, como conseqüência, produzir a diminuição dos valores das amplitudes dessas emissões (supressão), desde que o controle neural esteja íntegro e com função normal.

Essa ação também contribui para a otimização da detecção da diferença interaural por sinais de alta freqüência, aumentando a diferença entre as informações que atingem ambos os núcleos do complexo olivar superior. Esse importante papel da via eferente tem repercussões na habilidade de localização sonora de estímulos de alta freqüência. Os sinais de fala são estímulos de freqüência mais alta, principalmente as consoantes, de onde se depreende a necessidade da

integridade do sistema auditivo como um todo, para que as informações verbais possam ser adequadamente processadas (Carvallo, 2002).

Segundo Burguetti (2006), a aplicação do ruído supressor durante o registro das emissões, causa mudanças na ação das fibras do trato olivococlear medial e conseqüentemente na atividade da cóclea, causando, assim, redução na amplitude das respostas. A autora ainda coloca que estudos sobre supressão contralateral mostram que indivíduos que têm alterações de PA apresentam menor ou nenhuma supressão das EOA, sugerindo que nesses casos há redução do efeito inibitório do sistema eferente.

Essa relação entre o SOCM e a audição no ruído torna muito importante o estudo da supressão das EOAs na avaliação desse sistema em crianças com alteração no PA (Chermak e Musiek, 1997). Uma das principais queixas de indivíduos com alteração do PA consiste na dificuldade de inteligibilidade de fala em ambientes ruidosos. Estudos sobre supressão contralateral mostram que essa população apresenta menor ou nenhuma supressão das EOAs, sugerindo redução do efeito inibitório do sistema eferente (Muchnik et al., 2004; Sanches e Carvallo, 2006). As alterações no PA são caracterizadas por prejuízo nas habilidades de figura-fundo e fechamento auditivo.

A EOA é um método objetivo que complementa a avaliação do PA, quando realizada pelo método subjetivo (comportamental), contribuindo para a elaboração do diagnóstico de DPA. Alguns autores indicam a realização de procedimentos comportamentais, eletrofisiológicos e eletroacústicos (EOAs, por exemplo) para se obter diagnóstico efetivo da alteração de PA (Alvarez et al., 2000).

Hood et al. (1996) estudaram os efeitos da supressão em diferentes níveis de intensidade de estímulos, eliciador e supressor de EOAs. Para tanto, realizaram as EOAs com *clicks* apresentados a 50, 55, 60, 65 e 70 decibéis (dB), com ruído branco contralateral variando entre 10 dB abaixo e 10 dB acima do nível do *click*. Verificaram que houve supressão em qualquer uma das intensidades de *click*, mas que a supressão foi maior para sons com nível de intensidade

menor e para ruído a 10 dB acima do nível do *click*.

Ryan e Kemp (1996) investigaram a influência do nível do estímulo supressor na pressão das EOATs, e concluíram que as EOAs parecem ser mais susceptíveis à supressão contralateral, quando o estímulo supressor é menos intenso.

Giraud et al. (1997) investigaram o envolvimento eferente no processamento de sinais complexos na presença de ruído, por meio da comparação da performance no teste de fala com ruído e da supressão de EOAs, em indivíduos sem o com nervo vestibular seccionado. Realizaram as EOAs na ausência e na presença de ruído branco contralateral gerado pelo audiômetro, na janela de 20 ms com 260 estímulos. Nas orelhas com audição normal, tanto dos indivíduos sem a secção do nervo, quanto dos indivíduos com o nervo seccionado, houve correlação entre melhora no reconhecimento de fala, na presença de ruído, e redução na amplitude de EOAs. Houve diferença estatisticamente significativa na comparação entre os resultados de supressão e no reconhecimento de fala com ruído, entre as orelhas sem a secção e as orelhas operadas. Os autores concluíram que o SOCM tem, provavelmente, um papel na inteligibilidade de fala no ruído, por afetar as propriedades das fibras auditivas, tal como na adaptação e na faixa dinâmica, as quais podem melhorar a codificação de sinais complexos, como a fala na presença de ruídos ambientais, bem como melhorar pela ação das CCEs, as quais podem modificar as propriedades da membrana basilar, melhorando a resolução temporal. O SOCM melhoraria a habilidade de divisão coclear de seguir a flutuação rápida na amplitude, tal como aquelas contidas na fala em condições de ruído.

Micheyl et al. (1997) estudaram a correlação entre a discriminação de intensidade auditiva no ruído e a atividade do SOCM em humanos. A pesquisa foi realizada com 20 músicos que passaram por uma avaliação de percepção de pequenas diferenças de intensidade entre *tone pips*, apresentados em curto intervalo de tempo no silêncio, na presença de ruído ipsilateral, contralateral e binaural. Em seguida, foram realizadas as EOAs, com ruído contralateral a 30 dB nível de sensação (dBNS). Verificaram que a discriminação dos acréscimos de intensidade foi

reduzida na presença de ruído contralateral. Os resultados suportam a hipótese de que o SOCM participa na discriminação da intensidade na presença de ruídos em humanos.

Kumar e Vanaja (2004) avaliaram o efeito da estimulação acústica contralateral nos índices de identificação de fala, e correlacionaram a supressão contralateral das EOAs. Avaliaram 10 crianças com bom desempenho acadêmico, por meio dos índices de identificação de fala medidos no silêncio e com diferentes razões de sinal/ruído (S/R) ipsilateral, em duas condições: sem e com ruído contralateral. Foi realizada a pesquisa de EOAT a 70 dB com e sem ruído contralateral. Encontraram que a estimulação contralateral acentuou a percepção de fala, quando a razão S/R foi de +10 e +15. Este resultado teve correlação positiva significativa com a supressão contralateral de EOAs. O estudo suporta a hipótese de que o SCOM auxilia na percepção de fala no ruído, sugerindo a possível participação das fibras cocleares eferentes na audição.

De Ceulaer et al. (2001) realizaram um estudo no qual um de seus objetivos foi desenvolver um parâmetro único para quantificar a magnitude da supressão contralateral na prática clínica. Verificaram que houve dificuldade em determinar um padrão por dois motivos. O primeiro é que o nível de supressão depende do nível do estímulo eliciador das EOA, e o segundo é que o nível de estímulos, apresentado nas EOAs, produz diferentes respostas nas EOAs em diferentes indivíduos. Sendo assim, esta variabilidade intersujeitos será refletida, consequentemente, no nível de supressão.

Muchnik et al. (2004) investigaram a função do SOCM, por meio da supressão de EOAT, em crianças com diagnóstico de DPA, associado a dificuldades de aprendizagem. Para tanto, utilizaram como estímulo supressor o ruído branco na orelha contralateral a 40 dBNS, e como estímulo eliciador das EOATs os *clicks* a 74 (+/-1) dBNS. Concluíram que o grupo com alteração de PA teve valores de supressão menores que o GC, sugerindo um efeito de supressão reduzido no primeiro grupo. Sendo assim, os autores sugerem a integração da supressão de EOA na bateria de testes para a avaliação do PA.

Durante e Carvallo (2006) analisaram as mudanças no SOCM relacionadas à idade por

meio da supressão das EOATs em lactentes saudáveis. Avaliaram 25 lactentes a termo sem indicadores de risco auditivo em dois momentos: ao nascimento e no sexto mês de vida. Nas duas idades as EOAs foram captadas no modo *Quickscreen*, estímulo clique não linear a 78 dB nível de pressão sonora (dBNPS), nas duas orelhas, com e sem ruído contralateral apresentado a 60 dBNPS. A análise dos dados revelou significativa supressão contralateral das EOAs em ambos os grupos, porém tanto os níveis das EOAs quanto a magnitude da supressão contralateral das EOAs foram menores no sexto mês de vida quando comparados com a fase neonatal. O efeito de supressão das EOAs no período neonatal foi 2,81 dB e no sexto mês de vida foi 1,41 dB. As pesquisadoras concluíram que a magnitude da supressão das EOATs diminuiu do nascimento ao sexto mês de idade. A associação entre a estimulação acústica contralateral e um sistema, disponível comercialmente, rápido na medida das EOAs possibilita o monitoramento não invasivo dos mecanismos eferentes auditivos e parece ser clinicamente promissor na avaliação do estado coclear e do desenvolvimento da função eferente auditiva de lactentes de risco.

Com o objetivo de analisar o efeito de supressão das EOATs com a apresentação de ruído branco contralateral, Sanches e Carvallo (2006) avaliou 51 crianças de 7 a 11 anos, sendo 15 sem queixas auditivas (GC) e 36 com DPA. Verificou-se que a proporção de ausência do efeito de supressão foi significativamente maior nos grupos de crianças com DPA, comparados ao GC.

O estudo de Angeli et al. (2008), analisou a relação do aproveitamento escolar com a inibição das EOATs por estímulo auditivo contralateral. Foram avaliados 39 alunos, de 7 a 12 anos, sendo 19 com bom aproveitamento escolar e 20 com aproveitamento inadequado. O exame EOAs com inibição contralateral foi comparado aos resultados de aproveitamento escolar. A falha da supressão das EOATs por estímulo acústico contralateral foi mais encontrada no grupo de crianças com mau aproveitamento escolar. Neste estudo, os autores concluíram que o teste da falha da inibição contralateral das EOAs por estímulo auditivo contralateral é preditivo de transtorno do aproveitamento escolar em indivíduos de 6 a 12 anos de idade.

No estudo de Leme e Carvallo (2009) foi comparado o nível de resposta e o tempo de

latência das EOAs sem e com apresentação de ruído contralateral em 30 indivíduos, com idade entre 18 e 30 anos, sem queixas auditivas e com presença de EOAPD. Analisou-se o nível de resposta e latência das EOAs por meio do programa *Latencygram*, com e sem apresentação de ruído contralateral tipo *white noise*. Os resultados apresentaram diminuição significativa nos níveis de resposta das EOAs com apresentação de ruído contralateral, confirmando o efeito de supressão relacionado com a ação do sistema eferente. Contudo, não houve diferença significativa nos valores de latência das EOAs. Concluíram que o sistema eferente atua apenas na modulação dos níveis de resposta das EOAs, mas não interfere nas medidas temporais das mesmas.



## **IV. MÉTODO**

Foi realizado um estudo experimental transversal no GE1 e longitudinal no GE2. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas (FCM) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), sob protocolo de número 860/2008.

A coleta de dados foi realizada no Laboratório de Audiologia do Centro de Estudos e Pesquisas em Reabilitação Professor Dr. Gabriel Porto – CEPRE/FCM/UNICAMP, no período de fevereiro de 2009 a janeiro de 2011.

#### **IV.a. Casuística**

Foram avaliados 55 escolares, divididos em três grupos, da seguinte forma:

**Grupo Estudo 1 - GE1:** Foram avaliadas 23 crianças com dislexia, diagnosticadas por profissionais da equipe do Laboratório de Distúrbios de Aprendizagem do Hospital das Clínicas (HC) da UNICAMP, constituída por neuropsicólogos, fonoaudiólogos e psicopedagogos, de acordo com os critérios diagnósticos baseados no DSM-IV, sem outras comorbidades. O grupo foi composto por crianças da faixa etária de 9 a 13 anos, sendo 8 meninas e 15 meninos.

**Grupo Estudo 2 - GE2:** Foram reavaliadas 15 crianças, escolhidas de forma aleatória, do GE1 após serem submetidas à remediação fonológica, de leitura e escrita. Foi composto por crianças da faixa etária de 9 a 12 anos, sendo 4 meninas e 11 meninos.

**Grupo Controle - GC:** Foram avaliadas 28 crianças de escola pública, com desempenho escolar esperado para a idade e sem queixas auditivas e de aprendizagem, segundo o professor. As crianças tinham idade entre 8 e 13 anos, sendo 16 meninas e 12 meninos.

#### **IV.b. Critérios de Inclusão e Exclusão:**

Foram incluídas na pesquisa as crianças que estudavam na rede pública de ensino, que

apresentaram avaliação audiológica básica normal, ou seja, limiares auditivos inferiores a 25dBNA em todas as frequências avaliadas, curva timpanométrica do tipo A, de acordo com sistema de Jerger (1970), ou seja, pico de máxima compliância ao redor da pressão atmosférica de 0 daPa e volume equivalente de 0,3 a 1,3 ml, presença de reflexos acústicos ipsi e contralaterais, indicando ausência de comprometimento de orelha externa e orelha média (Carvalho, 2003), crianças com dislexia do desenvolvimento comprovada pela avaliação neuropsicológica, fonoaudiológica, psicopedagógica e exame neurológico realizados no Laboratório de Distúrbios de Aprendizagem do HC/UNICAMP para a composição do GE1 e GE2, crianças sem queixas acadêmicas para a composição do GC. Foram excluídas da pesquisa as crianças que apresentaram perda auditiva, alterações de orelha externa e/ou média. Estas foram encaminhadas para avaliação otorrinolaringológica.

#### **IV.c. Procedimentos gerais**

As crianças do GE1 foram submetidas, inicialmente, à avaliação fonoaudiológica por fonoaudióloga do Laboratório de Distúrbios de Aprendizagem/HC. Ao seu término, as crianças foram convocadas para avaliação auditiva.

Para convocação dos sujeitos do grupo estudo GE1, o contato foi realizado por telefone, fornecido pelo responsável pelo Laboratório. A pesquisadora entrou em contato com o responsável pela criança e explicou o estudo. Aceitando em participar da pesquisa, a criança foi convocada para a avaliação auditiva.

Os sujeitos do GC foram convocados de escolas da rede pública de ensino da cidade de Campinas. Inicialmente, para a seleção das crianças, os professores responderam a um questionário a respeito dos alunos (Anexo I). Este questionário tratava de questões acerca do rendimento escolar, participação e comportamento em sala de aula, interação com alunos e professores e presença de indícios de dificuldades auditivas. Os questionários foram analisados e

apenas as crianças que apresentavam bom desempenho escolar, bom comportamento, não possuíam queixas de desatenção e indícios de alterações auditivas foram selecionadas.

Em seguida, foi enviada uma carta aos responsáveis explicando o estudo (Anexo II). Caso estes aceitassem participar da pesquisa, forneciam o telefone para contato, e eram convocados para uma entrevista inicial.

A avaliação auditiva foi realizada em duas sessões de 60 minutos cada. Na primeira sessão, foi apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo III) e solicitado ao responsável que o assinasse caso autorizasse a participação da criança na pesquisa. Para as crianças que apresentaram resultados normais na avaliação audiológica básica, foi dada continuidade aos procedimentos auditivos.

A avaliação auditiva constou das seguintes etapas:

1. Anamnese: obtendo dados de identificação como: nome, endereço, idade, escolaridade, data de nascimento, questões auditivas e escolares (Anexo IV).
2. Avaliação Audiológica Básica (Anexo V) :
  - 2.1. Audiometria Tonal Liminar;
  - 2.2. Limiar de Reconhecimento de Fala – LRF;
  - 2.3. Imitancimetria;
3. Avaliação do Processamento Auditivo (Anexo VI);
4. Supressão das Emissões Otoacústicas Transientes (Anexo VII);

#### **IV.d. Avaliação do Processamento Auditivo**

Para a avaliação do PA, foram utilizados estímulos verbais e não-verbais, aplicados em ambiente acusticamente tratado. Os testes foram aplicados por meio de audiômetro de dois canais da marca Interacoustics modelo AC 40 com fones TDH 39, acoplado a um CD Player da marca Sony, que permite a apresentação dos estímulos por meio de Compact Disc. Os Compact Discs

utilizados foram os que acompanham o livro Processamento Auditivo Central - Manual de Avaliação, volume 2 (Pereira e Schochat, 1997), além dos CDs Teste de Padrão de Frequência versão de Musiek e Pinheiro (1987), Teste de Padrão de Duração versão Musiek, et al., (1990) e GIN (Musiek et al., 2004).

Os testes de PA aplicados incluíram:

- a. **Teste de Localização Sonora em Cinco Direções (LS):** avalia a capacidade do indivíduo em identificar a fonte sonora, considerando as direções à frente, acima, atrás, à esquerda e à direita, tendo como referencial a cabeça do indivíduo. Avalia-se a capacidade do indivíduo em perceber as diferenças de tempo e de intensidade do som, analisadas com base na integração binaural da informação acústica. O estímulo utilizado foi o guizo, avaliando as 5 direções em relação à cabeça da criança, que deveria indicar a direção da qual acreditou provir o som. A criança deve acertar, pelo menos, quatro das cinco apresentações, desde que corretas as direções direita e esquerda (Pereira, 1997).
- b. **Testes de Memória Sequencial Verbal (MSV) e Não Verbal (MSNV):** estes testes visam avaliar a habilidade auditiva de memória para sons em seqüência. Para a pesquisa dos sons verbais foram utilizadas as sílabas “pa”, “ta”, “ca”, e “fa” em três ordens diferentes. A criança teve que repetir de forma adequada a seqüência dos sons. Para os sons não verbais foram utilizados quatro objetos sonoros (sino, agogô, coco e guizo) apresentados em três seqüências diferentes. A criança deveria apontar os objetos na ordem em que foram percutidos, e espera-se que acerte, pelo menos, duas das três apresentações (Pereira, 1997).
- c. **Teste Dicótico de Dígitos (TDD):** este teste avalia a habilidade de figura-fundo para sons verbais, por meio da tarefa de integração binaural. Foi utilizada uma lista constituída por

80 dígitos que representam dissílabos da língua portuguesa. A avaliação foi aplicada numa intensidade de 50 dBNS em ambas as orelhas. As crianças deveriam repetir oralmente todos os dígitos apresentados independente da ordem. Calculou-se a porcentagem de erros cometidos nas orelhas direita e esquerda (Pereira, 1997).

- d. *Gaps in Noise (GIN)*:** este teste tem como objetivo determinar o limiar de detecção de *gap* (intervalo de silêncio), avaliando a habilidade auditiva de resolução temporal. Foi aplicado numa intensidade de 50 dBNS. A condição de apresentação do teste é monoaural. O CD é composto por uma faixa-treino e 4 faixas-teste. Cada faixa-teste consiste de diversos estímulos de 6 segundos de *white noise* com 5 segundos de intervalos entre eles. Inseridos nos estímulos pode não existir nenhum *gap* até 3 *gaps*, em diversas posições e de durações variáveis. Os *gaps* poder ser de 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15 e 20 ms. Durante o teste, cada um dos *gaps* aparece por seis vezes em cada faixa-teste, ou seja, nas quatro faixas-teste cada intervalo de *gap* vai aparecer por 24 vezes. A criança foi orientada a indicar toda vez que perceber um *gap*. Ao final, determina-se o limiar para o GIN. Considera-se o limiar de detecção de *gap* como sendo o menor *gap* percebido pelo paciente, em pelo menos quatro das seis apresentações de determinada duração. Calcula-se também a porcentagem de acertos (Musiek et al., 2004).
- e. Teste de Padrão de Frequência (TPF) e Duração (TPD):** estes testes avaliam a habilidade de ordenação temporal. O TPF, conforme Musiek, et al. (1990), consiste na apresentação de tons baixos (880 Hz) e altos (1430 Hz), com duração de 500 ms e intervalos de 300 ms entre os tons. Foram apresentados 30 estímulos de forma monoaural para cada orelha. A aplicação do TPD é similar, porém utiliza como estímulo tons longos (500 ms) e curtos (250 ms), com intervalo de 300 ms entre os tons, sendo que a frequência é mantida constante em 1000 Hz. Calcula-se a porcentagem de acertos.

#### **IV.e. Supressão das Emissões Otoacústicas Transientes (EOATs)**

A avaliação da supressão das EOATs teve como objetivo a avaliar as vias eferentes do sistema auditivo, visando observar se há redução da amplitude das EOAs com o uso de estimulação acústica contralateral. Foram testadas as duas orelhas.

A pesquisa das EOATs por supressão do ruído foi realizada pelo analisador de emissões cocleares ILO V6 – OTODYNAMICS, acoplado a um computador e às sondas para supressão contralateral ILO V6.

Para a realização da supressão das EOAT foram utilizados os cliques lineares como estímulos ativadores de resposta e o ruído branco (*white noise*) como estímulo supressor. O ruído branco foi apresentado contralateralmente, na intensidade de 65 dB. A relação S/R ficou entre 0 e +5 dB. A coleta foi automática e captou alternadamente as respostas com e sem ruído por meio de 260 varreduras de estímulos.

Caracterizou ausência de supressão quando a criança não apresentou diferença de 1dB entre o resultado das EOAs com e sem apresentação de um estímulo contralateral. Houve presença de supressão quando a criança apresentou diferença de pelo menos 1dB entre o resultado das EOAs com e sem apresentação de um estímulo contralateral. Essa diferença foi realizada considerando as seguintes situações: S/R sem ruído contralateral – S/R com ruído contralateral e também resposta total das EOAs sem ruído contralateral – resposta total com ruído contralateral.

#### **IV.f. Remediação Fonológica, de Leitura e Escrita**

Após avaliação auditiva completa, 15 crianças (GE2) foram submetidas a um programa de remediação fonológica, de leitura e escrita (Salgado, 2010), aplicado por fonoaudióloga do Laboratório de Distúrbios de Aprendizagem. Estas crianças participaram de um estudo do programa de Doutorado da FCM/UNICAMP, financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do

Estado de São Paulo (FAPESP) e intitulado “Remediação fonológica, de leitura e escrita em crianças com dislexia do desenvolvimento”. Os procedimentos da remediação foram realizados em três etapas distintas, com 20 sessões de 45 minutos cada, seguindo a seguinte ordem:

1ª) *Fonológica*: foi utilizado o programa computadorizado, PREFON- Programa de Remediação Fonológica. Trata-se de um *software* criado em Adobe Flash Palyer 9, que possibilita à criança manipular 11 atividades, cada uma com um *menu* explicativo com um mascote. Ao clicar com o *mouse* sobre o mesmo verifica-se o objetivo daquela atividade. Consta ainda de três botões: 1) vermelho para a resposta errada, 2) verde para a correta e 3) azul para iniciar a atividade e também setas de retornar ao *menu* ou seguir para outra atividade. As respostas são armazenadas no “*menu* de respostas” e ao final das atividades, pode-se imprimir os resultados do trabalho do dia. Contém 11 opções de atividades: identificação de grafemas e fonemas, pares de fonemas, pares de sílabas, pares de palavras, adição e subtração de fonemas, manipulação silábica e fonêmica, rima, aliteração, acesso ao léxico mental, memória de trabalho visual e memória de trabalho auditiva.

2ª) *Leitura*: leitura de palavras e pseudopalavras = esta atividade é realizada no PREFON juntamente com as atividades fonológicas, nas quais a criança identifica, diferencia palavras de pseudopalavras e as produz, iniciando assim o processo da leitura por rota fonológica; leitura oral de histórias = utilizada a coleção de literatura infantil “Mico Maneco” (Machado, 1988) que consta de 20 livros, classificados por cinco graus de dificuldade, sendo quatro livros para cada fase. A cada sessão a criança lê um livro em voz alta, com a ajuda da pesquisadora. Após a leitura, a criança relata a história oralmente.

3ª) *Leitura e Escrita*: recontagem escrita de histórias lidas = após a leitura de texto, a criança escrevia o que entendeu da história, recontando da forma que for possível em seu desenvolvimento da leitura, seja por palavras isoladas, frases ou textos complexos; escrita temática = a criança escreve um texto (palavras isoladas, frases ou textos complexos) a partir do

tema solicitado pela pesquisadora. Ao final, a criança deveria ler em voz alta para então discutir e refletir sobre a sua escrita.

As sessões foram assim distribuídas: oito para a etapa fonológica, seis somente de leitura e as últimas seis sessões de leitura e escrita. As atividades fonológicas foram baseadas na estrutura da língua portuguesa: 27 fonemas (/b/, /m/, /p/, /t/, /d/, /n/, /k/, /g/, /nh/, /f/, /v/, /s/, /z/, /x/, /j/, /l/, /lh/, /r/, /rr/, arquifonemas /r/, vogais /a/, /e/ /é/ /i/, /o/, /ó/, /u/) e 2 correspondências ortográficas com e sem sonoridade (/h/, /ch/), sendo estes randomizados durante as atividades.

Após 1 mês do término da remediação, as crianças do GE2 foram reavaliadas utilizando-se os mesmos procedimentos iniciais utilizados para a avaliação do PA e supressão das EOAs.

#### **IV.g. Estatística**

Os dados coletados foram tabulados e submetidos à análise estatística. Os testes paramétricos foram aplicados para os dados que tiveram distribuição normal com média zero e variância constante. Caso contrário, aplicou-se o teste não paramétrico correspondente.

Foram realizadas as seguintes análises: comparação entre as orelhas e entre os gêneros. Também foi obtido o índice de correlação de Spearman e Pearson, descrevendo a correlação entre o desempenho em cada teste de PA e as medidas de supressão das EOAs.

Foram utilizados os seguintes testes para as análises estatísticas: Teste Wilcoxon pareado, para a amostra participante da remediação, Teste T de Student e Teste de Mann Whitney.

O nível de significância (valor-p) assumido foi de 5%. Os dados nos quais foi observada diferença estatisticamente significativa foi assinalado com asterisco (\*) e em negrito.



## **V. RESULTADOS**

Primeiramente, será apresentada a tabela 1, que caracteriza a distribuição quanto ao gênero e a idade nos grupos estudados.

**Tabela 1:** Distribuição das crianças avaliadas quanto ao gênero e idade.

	<b>Gênero</b>	8 anos	9 anos	10 anos	11 anos	12 anos	13 anos	<b>Total</b>
<b>GE1</b>	Feminino	0	0	1	7	0	0	<b>8</b>
	Masculino	0	3	3	2	6	1	<b>15</b>
	<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>23</b>
<b>GE2</b>	Feminino	0	0	1	3	0	0	<b>4</b>
	Masculino	0	3	1	1	6	0	<b>11</b>
	<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>15</b>
<b>GC</b>	Feminino	6	1	0	3	3	3	<b>16</b>
	Masculino	1	3	4	1	2	1	<b>12</b>
	<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>28</b>

Para tornar a apresentação dos resultados mais clara e organizada, este capítulo foi dividido em 2 partes:

**Parte 1:** Resultados do PA e da supressão das EOAs do GE1 e do GC;

**Parte 2:** Resultados do PA e da supressão das EOAs do GE2.

### **PARTE 1:** Resultados do PA e da supressão das EOAs do GE1 e do GC

Abaixo serão descritos os resultados das avaliações do PA e da supressão das EOAs, separadamente, para o GE1 e para o GC.

A análise descritiva do desempenho das crianças com dislexia - GE1 e do GC nos testes de PA, segundo a análise da variável orelha, é apresentada na tabela 2.

**Tabela 2:** Análise descritiva do desempenho das crianças do GE1 e GC nos testes de PA, segundo a orelha.

	Teste	Direita			Esquerda			Valor-p
		n	M	DP	n	M	DP	
<b>GE1</b>	TDD	23	91,5	8,1	23	87,2	9,8	<b>0,0455</b> <sup>*A</sup>
	TPD	23	35,2	21,0	23	30,3	21,0	<b>0,0462</b> <sup>*A</sup>
	TPF	23	39,7	19,9	23	35,8	21,6	0,0712 <sup>A</sup>
	GIN	23	4,9	1,6	23	6,5	4,4	<b>0,0505</b> <sup>*</sup>
	GIN %	23	70,9	12,9	23	66,8	15,3	<b>0,0201</b> <sup>*A</sup>
<b>GC</b>	TDD	28	97,5	3,7	28	96,1	6,1	<b>0,0342</b> <sup>*</sup>
	TPD	28	63,0	23,1	28	60,4	26,8	0,2781 <sup>A</sup>
	TPF	28	66,1	25,5	28	63,8	26,1	0,4651 <sup>A</sup>
	GIN	28	5,6	3,6	28	4,8	2,5	<b>0,0334</b> <sup>*</sup>
	GIN %	28	74,6	13,9	28	75,5	12,8	0,6872 <sup>A</sup>

n= número, M=média, DP=desvio padrão, teste de Wilcoxon pareado/ teste T pareado<sup>A</sup>

O valor-p na comparação das médias das medidas do desempenho no PA indica que houve diferença estatisticamente significativa entre as orelhas para o TDD, TPD, limiar de detecção de *gap* e porcentagem de acertos no teste GIN no GE1. Para o GC, em relação a essa variável, o valor-p indicou diferença estatisticamente significativa também para o TDD e para o limiar do teste GIN.

A tabela 3 apresenta a análise descritiva do desempenho das crianças do GE1 e do GC nos testes de PA, segundo os gêneros feminino e masculino.

**Tabela 3:** Análise descritiva do desempenho das crianças do GE1 e do GC nos testes de PA, segundo o gênero.

	Teste	n	Masculino		N	Feminino		Valor-p	
			M	DP		M	DP		
GE1	LS	15	4,73	0,5	8	4,75	0,5	0,9666	
	MSNV	15	1,6	0,8	8	2,5	0,8	<b>0,0330*</b>	
	MSV	15	2,07	0,9	8	2,13	0,8	0,9190	
	TDD	OD	15	92,5	8,0	8	89,7	8,6	0,5231
		OE	15	88,17	10,1	8	85,3	9,5	0,3749
	TPD	OD	15	39,8	22,7	8	26,7	14,9	0,1860
		OE	15	33,1	25,1	8	25,0	8,9	0,8228
	TPF		30	40,3	20,7	16	33,0	20,5	0,1458
	GIN	OD	15	4,7	1,8	8	5,4	1,3	0,1518
		OE	15	5,1	1,0	8	9,3	6,8	0,2201
	GIN %	OD	15	74,1	12,7	8	65,0	11,7	0,1423
		OE	15	70,1	10,4	8	60,6	21,2	0,4842
GC	LS	12	4,83	0,4	16	4,88	0,3	0,7908	
	MSNV	12	2,33	0,8	16	2,75	0,5	0,1418	
	MSV	12	2,75	0,5	16	2,88	0,3	0,4283	
	TDD	OD	12	97,29	4,5	16	97,7	3,1	0,9388
		OE	12	95,21	7,4	16	96,8	5,0	0,4697
	TPD		24	65,8	22,3	32	58,5	26,5	0,2813 <sup>A</sup>
	TPF		24	68,1	28,5	32	62,6	23,4	0,4350 <sup>A</sup>
	GIN		11	5,1	2,5	16	6,0	4,3	0,5330 <sup>A</sup>
	GIN %	OD	11	4,5	1,1	16	5,1	3,2	0,4892 <sup>A</sup>
		OE	22	74,9	10,3	32	75,2	15,1	0,9504 <sup>A</sup>

teste de Mann-Whitney / teste T pareado <sup>A</sup>

No GE1, com relação à variável gênero, a análise estatística demonstrou diferença estatisticamente significativa apenas para o teste MSNV. Já para o GC, a análise estatística revelou não haver diferença estatisticamente significativa entre os gêneros em nenhum teste auditivo aplicado.

A tabela 4 apresenta a análise do desempenho das crianças do GC *versus* GE1 nos testes de PA.

**Tabela 4:** Comparação do desempenho das crianças do GC *versus* GE1 nos testes de PA.

	Medida	GC			GE			Valor-p
		n	M	DP	n	M	DP	
LS		28	4,86	0,4	23	4,74	0,5	0,3070
MSNV	Masculino	24	2,33	0,8	30	1,6	0,8	<b>0,0033*</b>
	Feminino	32	2,75	0,4	16	2,5	0,7	0,2817
MSV		28	2,82	0,4	23	2,09	0,9	<b>0,0012*</b>
TDD	OD	28	97,54	3,7	23	91,5	8,1	<b>0,0007*</b>
	OE	28	96,12	6,1	23	87,2	9,8	<b>0,0001*</b>
TPD	OD	28	63,0	23,1	23	35,2	21,0	<b>0,0002*</b>
	OE	28	60,4	26,8	23	30,3	21,0	<b>0,0008*</b>
TPF		56	64,9	25,6	46	37,8	20,7	<b>&lt; 0,0001*</b>
GIN	OD	27	5,6	3,6	23	4,9	1,6	0,8479
	OE	27	4,8	2,5	23	6,5	4,4	<b>0,0182*</b>
GIN%	OD	27	74,6	13,9	23	70,9	12,9	0,2143
	OE	27	75,5	12,8	23	66,8	15,3	<b>0,0304*</b>

teste de Mann-Whitney / \* teste T de Student<sup>A</sup>

O valor “p” revelou diferença estatisticamente significativa quando comparado o desempenho de ambos os grupos nos seguintes testes: MSNV para os meninos, MSV, TDD, TPD, TPF, GIN – limiar de detecção de *gaps* e porcentagem de acertos para a OE.

Para as medidas de supressão das EOATs, caracterizou-se ausência de supressão quando a criança não apresentou diferença de 1dB entre o resultado das EOAs com e sem apresentação de um estímulo contralateral, assim como haverá presença de supressão se essa diferença for de pelo menos 1dB. Essa diferença foi realizada considerando duas situações: relação sinal/ruído (S/R) sem ruído contralateral menos relação sinal/ruído (S/R) com ruído contralateral e também resposta total das EOAs sem ruído contralateral menos resposta total com ruído contralateral.

Não foi possível realizar a supressão em todas as crianças do GC (6 crianças) e em uma criança do GE1 pois o equipamento apresentou defeito no dia da realização da avaliação destas.

A tabela 5 apresenta as medidas de supressão das EOAs das crianças do GE1 e do GC, segundo a orelha.

**Tabela 5:** Análise descritiva das medidas de supressão EOAs do GE1 e do GC, segundo a orelha.

	Medida	Direita			Esquerda			Valor-p
		n	M	DP	n	M	DP	
<b>GE1</b>	S/R (sem ruído) - S/R (com ruído)	23	0,4	1,5	23	-0,6	3,2	0,4236
	Resp (sem ruído) - resp (com ruído)	23	0,2	0,43	23	0,2	0,3	0,9030 <sup>A</sup>
<b>GC</b>	S/R (sem ruído) - S/R (com ruído)	22	0,4	2,2	22	0,8	1,3	0,4274 <sup>A</sup>
	Resp (sem ruído) - resp (com ruído)	22	0,4	0,4	22	0,3	0,3	0,5446 <sup>A</sup>

Teste de Wilcoxon pareado/ Teste T pareado<sup>A</sup>

Observa-se que não houve diferença estatisticamente significativa quanto à orelha em ambos os grupos, para as duas situações de análise de supressão avaliadas.

A tabela 6 apresenta as medidas de supressão das EOAs das crianças do GE1 e do GC, segundo o gênero.

**Tabela 6:** Análise descritiva das medidas de supressão EOAs das crianças do GE1 e do GC, segundo o gênero.

	Medida	Masculino			Feminino			Valor-p
		n	M	DP	n	M	DP	
<b>GE1</b>	S/R (sem ruído) - S/R (com ruído)	30	-0,5	2,8	16	0,6	1,5	0,1349
	Resp (sem ruído) - resp (com ruído)	30	0,2	0,3	16	0,3	0,2	0,3925 <sup>A</sup>
<b>GC</b>	S/R (sem ruído) - S/R (com ruído)	20	0,8	2,1	24	0,5	1,6	0,6419 <sup>A</sup>
	Resp (sem ruído) - resp (com ruído)	20	0,3	0,3	24	0,4	0,4	0,9939 <sup>A</sup>

Teste T pareado<sup>A</sup>

Também não houve diferença estatística entre os gêneros na análise das medidas de supressão para ambos os grupos.

A comparação entre os valores de supressão das EOAs do GE1 e do GC é apresentada na tabela 7.

**Tabela 7:** Comparação entre as medidas de supressão das EOAs do GC *versus* GE.

Medida	N	GC		n	GE1		Valor-p
		M	DP		M	DP	
S/R (sem ruído) - S/R (com ruído)	44	0,6	1,8	46	-0,1	2,5	0,1141 <sup>A</sup>
Resp (sem ruído)- resp (com ruído)	44	0,4	0,4	46	0,2	0,3	0,0909 <sup>A</sup>

teste T de Student<sup>A</sup>

O valor “p” revela que não houve diferença estatisticamente significante quando comparados os valores médios de supressão dos dois grupos.

A tabela 8 apresenta o índice de correlação de Spearman entre as medidas do PA e os valores de supressão das EOAs do GE1.

**Tabela 8:** Índice de correlação de Spearman entre as medidas do PA e da supressão das EOAs do GE2.

GE1		S/R (sem ruído) - S/R (com ruído)	Resp (sem ruído) - resp (com ruído)
TDDOD	valor-p do r	0,7904	0,3638
	r	-0,059	-0,199
TDDOE	valor-p do r	0,4577	0,2718
	r	0,163	-0,239
TPD OD	valor-p do r	0,1719	0,7356
	r	-0,295	-0,074
TPD OE	valor-p do r	0,2714	0,0206
	r	-0,239	-0,479
TPF	valor-p do r	0,7866	0,2964
	r	-0,041	-0,157
GIN OD	valor-p do r	0,1981	0,2478
	r	0,279	-0,251
GIN OE	valor-p do r	0,0747	0,0971
	r	0,379	0,354
GIN% OD	valor-p do r	0,7435	0,9138
	r	-0,072	0,024
GIN% OE	valor-p do r	0,3988	0,3591
	r	-0,185	-0,200

A tabela 9 apresenta o índice de correlação de Pearson entre as medidas do PA e os valores de supressão das EOAs do GC.

**Tabela 9:** Índice de correlação de Pearson entre as medidas do PA e da supressão das EOAs do GC.

GC		S/R (sem ruído) - S/R (com ruído)	Resp (sem ruído) - resp (com ruído)
TDDOD	valor-p do r	0,1081	0,0668
	r	-0,352	0,398
TDDOE	valor-p do r	0,9455	0,2930
	r	-0,015	0,235
TPD	valor-p do r	0,1743	0,4322
	r	0,140	0,081
TPF	valor-p do r	0,3870	0,2963
	r	0,090	0,108
GIN OD	valor-p do r	0,4932	0,2763
	r	0,158	-0,249
GIN OE	valor-p do r	0,7674	0,8229
	r	0,069	0,052
GIN %	valor-p do r	0,7832	-0,0290
	r	0,389	0,090

Em ambas as tabelas, 8 e 9, buscou-se analisar o desempenho das crianças no PA em relação às medidas de supressão. Conforme se observa na análise estatística, os valores de “p” não foram estatisticamente significantes em nenhum dos grupos, indicando não haver correlação entre as avaliações.

## PARTE 2: Resultados do PA e da supressão das EOAs do GE2

A tabela 10 apresenta a análise descritiva do desempenho das crianças do GE2 antes e após remediação fonológica, de leitura e escrita, nos testes de PA, segundo a orelha.

**Tabela 10:** Análise descritiva do desempenho das crianças do GE2 nos testes de PA, antes e após a remediação, segundo a orelha.

Teste	Direita			Esquerda			Valor-p
	n	M	DP	n	M	DP	
<b>ANTES</b>							
TDD	15	90,1	8,9	15	85,0	10,9	0,1689
TPD	15	32,2	16,3	15	26,7	15,9	0,2158
TPF	15	33,1	15,7	15	29,2	13,8	0,2834
GIN	15	4,9	1,8	15	6,7	3,9	<b>0,0439*</b>
<b>GIN %</b>	15	70,1	14,0	15	64,9	13,4	<b>0,0137*</b>
<b>DEPOIS</b>							
TDD	15	94,3	5,3	15	92,1	6,1	0,0842
TPD	15	38,0	19,2	15	32,9	17,7	0,0950
TPF	15	38,2	19,1	15	39,6	22,7	0,6297
GIN	15	4,9	1,9	15	5,1	1,2	0,6406
GIN %	15	72,7	14,7	15	71,1	12,4	0,6257

Teste de Wilcoxon pareado

A tabela 11 apresenta a análise descritiva do desempenho das crianças do GE2 nos testes de PA, segundo os gêneros feminino e masculino.

**Tabela 11:** Análise descritiva do desempenho das crianças do GE2 nos testes de PA, antes e após a remediação, segundo os gêneros feminino e masculino.

Medida	Feminino			Masculino			Valor-p	
	n	M	DP	n	M	DP		
<b>ANTES</b>								
LS	4	5,0	0,0	11	4,8	0,4	0,4516	
MSNV	4	2,5	0,6	11	1,6	0,9	0,1362	
MSV	4	1,5	0,6	11	2,2	0,9	0,2104	
TDD Antes	8	83,1	8,7	22	89,2	10,3	0,1055	
TPD Antes	8	22,9	5,2	22	31,8	18,1	0,2859	
TPF Antes	8	24,3	9,6	22	33,6	15,5	0,1551	
<b>GIN</b>	<b>OD</b>	4	5,3	1,0	11	4,8	2,0	0,3227
	<b>OE</b>	4	10,5	6,4	11	5,3	0,8	<b>0,0213*</b>
<b>GIN%</b>	<b>OD</b>	4	60,8	9,9	11	73,5	14,1	0,1115
	<b>OE</b>	4	56,7	19,2	11	67,9	10,2	0,2112
<b>DEPOIS</b>								
LS	4	5,0	0,0	11	4,9	0,3	0,6580	
MSNV	4	1,8	0,5	11	2,6	0,7	0,0744	
MSV	4	2,0	0,0	11	2,1	0,7	0,8179	
TDD	8	88,9	7,9	22	94,8	3,9	0,0760	
TPD	8	22,9	8,3	22	40,0	19,0	0,0133	
TPF	8	33,3	16,8	22	40,9	21,9	0,4441	
<b>GIN</b>	<b>OD</b>	4	4,8	2,5	11	4,9	1,7	0,8947
	<b>OE</b>	4	5,0	1,2	11	5,1	1,2	1,0000
<b>GIN%</b>	<b>OD</b>	4	70,8	23,0	11	73,3	11,9	0,8977
	<b>OE</b>	4	68,8	13,2	11	72,0	12,7	0,7976

teste de Mann-Whitney

A tabela 12 apresenta os resultados pré e pós-testagem nos testes de PA das crianças do GE2.

**Tabela 12:** Desempenho das crianças com dislexia nos testes de PA, pré e pós remediação.

Teste	Pré			Pós			p-valor	
	n	M	DP	n	M	DP		
LS	15	4,9	0,4	15	4,9	0,3	1,0000	
MSNV	15	1,9	0,9	15	2,3	0,7	0,1289	
MSV	15	2,0	0,9	15	2,1	0,6	1,0000	
TDD	30	87,5	10,1	30	93,2	5,7	<b>0,0002*</b>	
TPD	30	29,4	16,1	30	35,4	18,4	<b>0,0201*</b>	
TPF	30	31,1	14,6	30	38,9	20,7	<b>0,0095*</b>	
GIN	OD	15	4,9	1,8	15	4,9	1,9	0,8828
	OE Feminino	4	5,3	1,0	4	4,8	2,5	0,1250
	OE Masculino	11	4,8	2,0	11	4,9	1,7	0,7656
GIN %	OD	15	70,1	14,0	15	72,7	14,7	0,3910
	OE	15	64,9	13,4	15	71,1	12,4	<b>0,0369*</b>

Teste de Wilcoxon Pareado

A tabela 13 apresenta a análise descritiva das medidas de supressão das EOAs das crianças do GE2, antes e após a remediação, segundo a orelha, mostrando que não houve diferença estatisticamente significativa para essa variável.

**Tabela 13:** Análise descritiva das medidas de supressão das EOAs das crianças do GE2, antes e após a remediação, segundo a orelha.

Medida	N	Direita		n	Esquerda		Valor-p
		M	DP		M	DP	
S/R (sem ruído) - S/R (com ruído) <b>Antes</b>	15	0,31	1,25	15	-0,71	3,81	0,6784
S/R (sem ruído) - S/R (com ruído) <b>Depois</b>	15	0,95	1,66	15	0,98	1,33	0,9672

Teste de Wilcoxon pareado

A tabela 14 apresenta a análise descritiva das medidas de supressão das EOAs das crianças do GE2, antes e após a remediação, segundo o gênero.

**Tabela 14:** Análise descritiva das medidas de supressão das EOAs das crianças do GE2, antes e após a remediação, segundo o gênero.

Medida	Feminino			Masculino			Valor-p
	n	M	DP	n	M	DP	
S/R (sem ruído) - S/R (com ruído) <b>Antes</b>	8	0,63	1,19	22	-0,50	3,21	0,2155
S/R (sem ruído) - S/R (com ruído) <b>Depois</b>	8	-0,06	1,60	22	1,34	1,27	<b>0,0338*</b>

Teste de Mann-Whitney

As crianças deste estudo que realizaram a remediação possuem diferença estatisticamente significativa para a variável gênero, sendo que os meninos apresentaram maior valor de supressão do que as meninas após a remediação.

A tabela 15 apresenta os resultados pré e pós-testagem das medidas de supressão das EOAs das crianças que realizaram a remediação fonológica.

**Tabela 15:** Medidas de supressão das EOAs do GE2, pré e pós-testagem.

GE2		Pré			Pós			p-valor
		n	M	DP	n	M	DP	
S/R (sem ruído) - S/R (com ruído)	Fem	8	0,63	1,19	8	-0,06	1,61	0,6406
	Masc	22	-0,5	3,21	22	1,34	1,27	<b>0,0009*</b>

Teste Wilcoxon Pareado

## **VI. DISCUSSÃO**

Para tornar a apresentação dos resultados mais clara e organizada, este capítulo também foi dividido em 2 partes:

**Parte 1:** Discussão dos resultados do PA e da supressão das EOAs do GE1 e do GC;

**Parte 2:** Discussão dos resultados do PA e da supressão das EOAs do grupo de crianças com dislexia – GE2, antes e após remediação fonológica, de leitura e escrita.

### **PARTE 1:** Discussão dos resultados do PA e da supressão das EOAs do GE1 e do GC

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

Analisando-se a distribuição quanto ao gênero e a idade nos grupos estudados (tabela 1), foram avaliadas 23 crianças para a constituição do GE1, da faixa etária de 9 a 13 anos de idade, sendo 15 meninos e 8 meninas. O maior número de meninos pode ser justificado pelo fator da maior prevalência de meninos com distúrbio de linguagem e aprendizagem (Moojen, 2003; Corona et al., 2005).

Já o GE2 foi constituído por 11 meninos e 4 meninas, totalizando 15 crianças da faixa etária de 9 a 12 anos. As crianças de ambos os grupos faziam parte de um projeto de Doutorado da FCM/UNICAMP, intitulado “Remediação fonológica, de leitura e escrita em crianças com dislexia do desenvolvimento”.

No GC, foram avaliadas 28 crianças da faixa etária de 8 a 13 anos, sendo 16 meninas e 12 meninos. Considerando a distribuição do GC, devido à dificuldade em encontrar escolas que aceitassem participar do estudo e pais que concordassem em levar as crianças até a UNICAMP para a avaliação, não foi possível parear as crianças do GE1 e do GC conforme gênero e idade.

Na análise dos testes de PA, de acordo com a variável orelha (tabela 2), houve diferença estatisticamente significativa entre as orelhas direita e esquerda para o TDD, TPD, limiar de detecção de *gap* e porcentagem de acertos no teste GIN no GE1. Para o GC, houve diferença estatisticamente significativa para o TDD e para o limiar do teste GIN.

Com relação à variável gênero, a análise estatística demonstrou diferença estatisticamente significativa apenas para o teste MSNV no GE1. Já para o GC, a análise estatística revelou não haver diferença estatisticamente significativa entre os gêneros em nenhum teste auditivo aplicado (tabela 3).

As crianças de ambos os grupos apresentaram desempenho semelhante no teste de LS, em que é esperado acima de 4 acertos (Pereira e Schochat, 1997) (tabela 4). Não houve diferença estatisticamente significativa no desempenho entre os grupos. Isso aponta para o fato de que crianças com dislexia deste estudo não apresentaram dificuldade na localização dos sons.

A localização sonora é a habilidade de identificar o local de origem do som. Esta habilidade é fundamental para o desenvolvimento da atenção seletiva e, portanto, auxilia na comunicação oral. Para a tarefa de localizar sons, os indivíduos necessitam avaliar comparativamente o nível de intensidade do som que chegou a cada orelha, o tempo de chegada em cada uma, bem como a sua fase de chegada. Toda essa análise é realizada sem a consciência do indivíduo. Trata-se de um comportamento que envolve o funcionamento eficiente das vias auditivas do sistema nervoso central e do córtex, além de uma adequada sensibilidade auditiva em ambas as orelhas do indivíduo (Dias e Pereira, 2008).

Ao estudarmos o teste MSNV, verificamos que as meninas foram melhores que os meninos no GE1, sendo esta diferença estatisticamente significativa. Este dado poderia ser explicado pelo fato de meninos apresentarem maior risco para alteração de PA e de comunicação oral em geral. Uma hipótese hormonal explicaria a alta incidência de homens com problemas desenvolvimentais, o que poderia estar associado a um corpo caloso menor (Katz e Wilde, 1999).

Para este mesmo teste, houve diferença estatisticamente significativa entre o desempenho

dos meninos do GE1 e do GC, estando a média de acertos dos meninos com dislexia abaixo da média obtida para o GC (tabela 4).

No teste MSV, houve diferença estatisticamente significativa no desempenho dos dois grupos, sendo o GC com resultados superiores ao GE1.

Diversas pesquisas objetivaram relacionar as dificuldades de leitura e escrita com o DPA por meio dos testes LS, MSV e MSNV (Cruz e Pereira, 1996; Fellipe e Colafêmia, 2002; Garcia et al., 2005; Furbeta e Fellipe, 2005; Engelmann e Ferreira, 2009).

No estudo de Fellipe e Colafêmia (2002) e Furbeta e Fellipe (2005) foram comparados os resultados dos testes de LS, MSV e MSNV com o desempenho em tarefas de leitura e escrita. Os autores encontraram resultados que mostraram associação significativa entre alteração nessas provas e o desempenho rebaixado em tarefas de leitura-escrita.

Em estudo realizado com 60 crianças com e sem distúrbios de aprendizagem, submetidas às provas de LS, MSV e MSNV, verificou que as provas de memória foram adequadas para diferenciar os dois grupos (Garcia et al. 2005).

Nossos resultados estão de acordo com os encontrados na literatura para os testes MSNV e MSV, em que houve correlação entre alteração de PA e dificuldades escolares. Este teste avalia a habilidade de memória seqüencial e pode ter relação com as alterações de leitura pelo fato da memória seqüencial íntegra ser imprescindível para o êxito da integração fonema-grafema e conseqüentemente interfere com a leitura, que depende da lembrança da ordem temporal dos fonemas e da ordem espacial dos grafemas (Pestun, 2002).

O baixo índice de acertos nas provas de MSNV e MSV em crianças com dificuldades de aprendizagem mostra a relação existente entre a aprendizagem e a memória de curto prazo. Tal memória é muito importante para a leitura e escrita, pois o conteúdo lido pelo leitor deve ser mantido na memória de curto prazo para que o mesmo acesse o sentido (Engelmann e Ferreira, 2009).

Analisando nossos achados no TDD para o GE1, conforme já salientado, podemos observar

que houve diferença estatisticamente significativa no desempenho entre as orelhas, com vantagem da OD (tabela 2). Para o GC, embora o estudo estatístico tenha mostrado esta diferença, o valor diferiu em apenas 1,4%, o que, clinicamente, não é relevante.

Na comparação entre os grupos, verificamos que, tanto para a OD, quanto para a OE, houve diferença estatisticamente significativa quando comparado o desempenho de ambos os grupos, sendo o desempenho do GE1 inferior ao do GC (tabela 4).

Kimura (1961) foi uma das pioneiras na aplicação do TDD em indivíduos com lesão confirmada do lobo temporal. Esse teste, na tarefa de integração binaural, tem como objetivo avaliar a habilidade para agrupar componentes do sinal acústico em figura-fundo e identificá-los, ou seja, denominá-los em termos verbais. Este teste exige que o ouvinte relate as informações apresentadas às duas orelhas ao mesmo tempo, abrangendo, desta forma, o processo de integração binaural (Fortes et al., 2007) e avaliando o processo gnóstico auditivo de decodificação e a habilidade auditiva de figura-fundo (Pereira, 2005).

A vantagem da OD em testes dicóticos é descrita na literatura. O córtex auditivo de humanos está localizado no lobo temporal, organizado em diversas regiões; a região central constitui o córtex auditivo primário, que fica na região do giro transversal ou giro de Heschl, na face superior do lobo temporal (Hackett et al., 2001).

Muitos estudos evidenciaram a assimetria existente entre os giros de Heschl direito e esquerdo. O giro esquerdo é maior que o direito e, assim, o córtex auditivo primário esquerdo também é maior que o direito. Este aumento de volume no lado esquerdo é causado por um volume maior de substância cinzenta e de substância branca deste mesmo lado (Penhume et al., 1996; Musiek e Reeves, 1990). O maior substrato neural (mais neurônios e mais interconexões intra e inter-hemisféricas) nestas estruturas anatômicas do HE esquerdo provê a base para um melhor desenvolvimento de linguagem que as áreas menores do lado direito (Musiek e Reeves, 1990). A especialização do HE para a fala pode estar relacionada com a identificação de parâmetros acústicos específicos para a discriminação dos sons de fala e justificaria o

desempenho melhor da OD nos testes dicóticos. A teoria estrutural proposta por Kimura (1963) afirma que sob audição dicótica os elementos neurais da via contralateral são ativados, enquanto ocorre supressão da atividade da via ipsilateral. Assim, as informações apresentadas na OD seriam levadas diretamente ao HE, enquanto às apresentadas à OE passariam ao hemisfério direito (HD), ao corpo caloso e só posteriormente ao HE.

Os testes comportamentais que exigem áreas de associação inter-hemisféricas como os testes dicóticos, por exemplo, atingem os valores adultos aproximadamente aos 10/12 anos, com a completa mielinização do corpo caloso, estrutura fundamental na transferência das informações inter-hemisféricas (Colella-Santos, 1998; Neves e Schochat, 2005).

Sabe-se que a maturação do SN acontece no sentido caudo-rostral, e desta forma, os tratos pré-talâmicos estão totalmente mielinizados por volta dos cinco a seis meses de vida e os tratos pós talâmicos atingem a completa mielinização por volta dos cinco a seis anos de idade. Por sua vez, não só o corpo caloso, mas também outras áreas auditivas de associação completam esse processo de maturação por volta dos 10 a 12 anos de idade. Essa variação no processo de mielinização relaciona-se diretamente com o desempenho de tarefas realizadas por essas estruturas, o que explica diferenças nas diversas habilidades auditivas centrais. Os testes auditivos são, portanto, dependentes da função neural e devem ser interpretados dentro de um contexto neuromaturacional (Musiek e Gollegly, 1988).

Na literatura há relatos de menor índice de acertos ou ausência de vantagem da OD em testes dicóticos na população de disléxicos (Heiervang et al., 2000; Hugdahl et al., 1998). Utilizando exames como a ressonância magnética vários autores encontraram em grupos de disléxicos ectopias e microgírias, entre outras alterações corticais em áreas importantes para a audição como a fissura peri-sylviana, áreas de associação do lobo temporal esquerdo, giro angular, giro supramarginal e córtex temporal posterior (Eggermont, 2000; Hackett et al., 2001).

No entanto, a diferença observada entre as orelhas depende do tipo de estímulo dado. No caso do TDD, a assimetria entre as orelhas ocorre apenas até os 6 anos. Assim, considerando o

valor médio de acertos do GC, poderíamos justificar a diferença entre as orelhas do GE1 e o valor da porcentagem de acertos como sendo devidos ou ao atraso maturacional do corpo caloso ou à alguma alteração estrutural na região cortical.

Assim, a capacidade de codificar e analisar aspectos da informação acústica pode ter relação com a contribuição do HE para as funções de linguagem e conseqüente aprendizado da leitura e escrita (Penhume et al., 1996).

Diversos estudos demonstram que as habilidades perceptuais ligadas à fala, linguagem e leitura são extremamente dependentes do processamento temporal dos sons (Kuman e Jayaram, 2005; Rance, 2005; Gibson e Sanli, 2007; Shinn et al., 2009).

O processamento temporal foi avaliado neste estudo por meio dos testes TPD, TPF e GIN. Por meio do TPD e TPF foi avaliada a habilidade auditiva de ordenação temporal, na modalidade nomeação. Embora os testes TPF e TPD possuam construção similar, avaliam diferentes processos, sendo benéfica a aplicação de ambos (Baran et al., 1987).

Na comparação realizada entre o desempenho das crianças do GE1 e do GC nos testes TPF e TPD, em ambos, houve diferença estatisticamente significativa, de forma que o desempenho do GC foi superior ao do grupo estudo (tabela 4). Esse resultado representa uma dificuldade do tipo prejuízo gnóstico não verbal e alteração na habilidade auditiva de ordenação temporal (Pereira, 1997; 2005).

Esses resultados corroboram com o estudo de Bretherton e Holmes (2003), que também avaliaram as habilidades de percepção de padrão e ordenação temporal em crianças com dislexia, e encontraram resultados alterados quando comparado ao desempenho de crianças normais.

É possível que os dois hemisférios estejam envolvidos na ordenação temporal. A função geral do HE pode ser descrita como analítica e, portanto, importante para a ordenação serial da informação temporal; é capaz de comparar e analisar as inter-relações entre os componentes da sequência; é dominante para o processo da linguagem na maioria dos indivíduos destros e alguns canhotos (Pinheiro e Musiek, 1985).

O HD, dominante para as funções holísticas, é também importante para a ordenação temporal, podendo ser ativo na determinação dos contornos e padrões gerais de uma sequência (Pinheiro e Musiek, 1985).

O reconhecimento e a identificação de padrões auditivos envolvem uma variedade de processos perceptuais e cognitivos (Musiek et al., 1990). De acordo com Musiek e Pinheiro (1985), é necessário que algum armazenamento ou memória de curto prazo esteja envolvido, uma vez que uma sequência não pode ser reconhecida como tal ou processada até que esteja completa. A fala e a compreensão da linguagem, certamente a função mais complexa do sistema nervoso central, dependem da habilidade em lidar com a sequência temporal (Bellis, 1996).

Uma alteração na habilidade de memória seqüencial, possível de ser avaliada por meio dos testes TPF e TPD, pode ter relação com as alterações de leitura pelo fato da memória seqüencial íntegra ser imprescindível para o êxito da integração fonema-grafema e, conseqüentemente, interfere na leitura, que depende da lembrança da ordem temporal dos fonemas e da ordem espacial dos grafemas (Pestun, 2002). Além disso, tal memória também é muito importante para a leitura e escrita, pois o conteúdo lido pelo leitor deve ser mantido na memória de curto prazo para que o mesmo acesse o sentido.

No estudo de Abdo e Schochat (2008) encontraram que 60% das crianças com dislexia apresentaram alterações no TDD e 80% no TPF, resultados ainda melhores que os de nosso estudo.

Bellis (2003) referiu que, na sua padronização clínica, as crianças só atingiram valores similares aos dos adultos por volta dos 11 ou 12 anos, o que comprovou a hipótese da necessidade completa de maturação das estruturas neurais críticas para a tarefa de nomeação de padrões não lingüísticos, em particular do corpo caloso.

Nos estudos de Tallal (1980), Musiek et al. (1990) observou-se que, não só os sons verbais representam uma dificuldade para os disléxicos, como se pensava há alguns anos. Mas também os aspectos supra-segmentares da fala (frequência, intensidade, tonicidade, ritmo e a

entonação da fala), relacionados aos aspectos avaliados por meio destes testes e alterados nas crianças disléxicas deste estudo, representam um obstáculo para a aprendizagem da leitura e da escrita.

Nesta pesquisa, foi utilizado o teste GIN para avaliação da habilidade auditiva de resolução temporal. O teste GIN tem sido destacado como sendo o teste que avalia a resolução temporal com o maior número de vantagens em relação aos parâmetros que o compõem, tais como: o uso de material não-verbal; *gaps* inseridos em ruído branco; colocação dos *gaps* de forma randômica; apresentação monoaural; e critério de determinação do limiar do *gap* sendo o valor detectado quatro das seis vezes apresentadas, diferindo dos testes os quais a resposta é apenas do tipo “sim” ou “não” (Musiek et al., 2004).

Observa-se que, para o grupo de crianças com dislexia – GE1, para a variável orelha, houve diferença estatisticamente significativa no GIN, em relação à porcentagem de acertos e limiar de detecção de *gap*, com vantagem da OD. Já para o GC, essa diferença entre as orelhas ocorreu para o limiar do GIN, com vantagem da OE (tabela 2).

Podemos considerar a diferença entre as orelhas no teste GIN, em ambos os grupos, como sendo decorrente da metodologia aplicada. Este teste era aplicado ao final da avaliação, sempre iniciado pela orelha direita. Tal fato pode ter provocado um desempenho significativamente pior na orelha esquerda pelo efeito do cansaço e/ou desatenção ao longo de teste.

No estudo de Amaral e Colella-Santos (2010), não foi observada vantagem de uma orelha sobre a outra em relação aos limiares de detecção de *gap* e porcentagem de acertos. Outros estudos da literatura também referem não haver assimetria perceptual entre as orelhas para tarefas de detecção de *gaps* (Efron et al., 1985; Baker et al., 2000; Musiek et al., 2005; Samelli e Schochat, 2008b; Shinn et al., 2009).

Nosso estudo corrobora estudos que apontam vantagem da OD em tarefas de resolução temporal, se consideramos os valores obtidos para o GE1. No entanto, o GC obteve desempenho

melhor na OE. Os trabalhos de Brown e Nichols (1997) e Sulakhe et al. (2003) utilizaram como forma de análise o tempo de reação à presença do *gap* e observaram vantagem da OD sobre a OE.

Este parâmetro não foi estudado nos estudos citados, nem nesta pesquisa. É evidente, portanto, a importância de que sejam utilizados os mesmos parâmetros nos testes que avaliam essa habilidade auditiva para que os resultados possam ser discutidos e comparados. Diferenças nesses parâmetros podem explicar, em parte, os discrepantes achados descritos na literatura (Samelli e Schochat, 2008b).

Observou-se neste estudo que as crianças disléxicas apresentaram média do limiar de detecção de *gaps* semelhante à do GC e também às médias encontradas nos estudos com crianças sem queixas auditivas e de aprendizagem (Musiek et al., 2005; Samelli e Schochat, 2008; Balen et al., 2009; Shinn et al., 2009; Amaral e Colella-Santos, 2010). Esse dado aponta para o fato de que as crianças com dislexia deste estudo não apresentam dificuldade na habilidade de resolução temporal.

Nossos resultados não se assemelham aos resultados de Tallal (1980). Em seu estudo demonstrou que uma minoria de crianças disléxicas experimenta dificuldades no PA temporal, e foram as crianças com dificuldades fonológicas mais graves que tiveram maiores dificuldades na tarefa auditiva. Em nosso estudo, as crianças com dislexia apresentaram habilidade de resolução temporal normal, no entanto, tiveram muita dificuldade de ordenação temporal.

Este aspecto do funcionamento do sistema auditivo, que permite que mudanças acústicas transitórias possam ser acuradamente identificadas, é fundamental para a compreensão da fala humana, constituindo-se num pré-requisito para as habilidades linguísticas, bem como para a leitura (Eggermont, 2000; Lister et al., 2006).

Musiek et al. (2005) encontraram o valor de 4,9 ms para o limiar de detecção de *gaps* do teste GIN aplicado em adultos sem queixas, e aproximadamente 70,3% para a porcentagem de acertos. Para a porcentagem de acertos, nosso estudo apresentou valores muito próximos a este, e até melhores, em ambos os grupos avaliados.

No estudo de Shinn et al. (2009), o GIN foi aplicado em 72 crianças, nas idades de 7 a 18 anos. Os autores não avaliaram a porcentagem de acertos e analisaram os resultados por grupos etários, sendo que o limiar variou de 4,6 a 5,35 ms na OD, e 4,1 a 5,1 ms na OE.

Balen et al. (2009) encontraram os valores de 5,7 ms para a OD e 5,4 ms para a OE. Samelli e Schochat (2008), em pesquisa realizada com adultos brasileiros, obteve aproximadamente 4,2 ms de limiar médio. Na pesquisa de Amaral e Colella-Santos (2010), a média geral dos limiares de detecção de *gap* foi de 4,7 ms e a média das porcentagens de acertos foi de 73,6%. Portanto, estes resultados são semelhantes aos resultados encontrados nesta pesquisa para o GIN.

As dificuldades de aprendizado da linguagem oral parecem ser atribuídas a uma incapacidade em processar rapidamente mudanças nas pistas acústicas da fala fluente, bem como a dificuldade na discriminação fonológica, que é uma função ligada a habilidade de resolução temporal. Em consequência desta dificuldade pode surgir, mais tarde, dificuldade de leitura, escrita e na habilidade de soletrar. A percepção auditiva tem sido, portanto, relatada como uma das fontes de variação individual das habilidades fonológicas que tem papel fundamental no aprendizado. Por isso, é essencial que outros estudos com base na avaliação da resolução temporal por meio do teste GIN sejam realizados, envolvendo a população infantil com alterações de linguagem, fala e aprendizado, a fim de que possa ser verificado se existe ou não a alteração dos limiares de detecção de *gap* nessa população.

Conforme já salientado, para o cálculo da diferença das EOAs sem e com ruído contralateral, optamos por considerar duas situações para análise: 1. relação sinal/ruído (S/R) sem ruído contralateral menos relação sinal/ruído (S/R) com ruído contralateral; 2. resposta total das EOAs sem ruído contralateral menos resposta total com ruído contralateral. A literatura não aponta um parâmetro único para análise.

A supressão definida como a subtração dos valores das respostas de EOATs, obtidos na ausência de ruído, dos valores obtidos na presença de ruído, foi considerada também por outros

autores (Collet et al., 1990; Berlin et al., 1993; Hood et al., 1996; Durante e Carvalho, 2002; Sanches e Carvalho, 2006; Burghetti e Carvalho, 2008).

Utilizamos *clicks* lineares na intensidade de 65 dB na orelha avaliada e ruído branco (*white noise*) como estímulo supressor na orelha contralateral. Conforme Berlin et al. (1993b), a apresentação do ruído foi mais efetiva para atenuar os níveis de resposta das EOAs do que a apresentação de *clicks* ou tons puros.

Foi utilizado o estímulo linear, por favorecer a verificação do efeito de supressão como um todo (Sanches, 2003). A estimulação no modo linear tem se mostrado mais sensível para detectar mudanças no nível das EOATs em experimentos de supressão (Collet et al., 1999; Ferguson et al., 2001; Guinan et al., 2003).

Berlin et al. (1994) recomendaram o uso de *clicks* lineares para a realização da supressão em intensidades baixas. De acordos em estes autores, os estímulos lineares são pulsos apresentados, consistentemente, na mesma intensidade e polaridade, não diferenciando os ecos mecânicos oriundos da interação dos *clicks* com a ressonância na orelha média dos ecos ativos oriundos das CCEs. Por sua vez, o estímulo não linear apresenta quatro pulsos, sendo o quarto com polaridade invertida e 10 dB mais elevado, a fim de reduzir os ecos biológicos gerados pelos 3 primeiros pulsos. No entanto, o quarto pulso por apresentar intensidade maior que os outros 3, poderia provocar os reflexos na orelha média, o que contaminaria o efeito de supressão. Alguns autores referem que a maior quantidade de supressão é alcançada quando o estímulo ativador está por volta de 55 a 65 dB (Berlin et al., 1994; Hood et al., 1996; Hood et al., 1999; Guinan Jr et al., 2003).

Para o estímulo supressor, o mais indicado para ser utilizado com os *clicks*, segundo Berlin et al. (1993) e Guinan Jr et al. (2003), é o ruído de banda larga. Hood et al. (1999) relataram que o estímulo supressor na mesma intensidade, ou 5 dB acima do ativador de EOA, é o mais efetivo para maximizar o efeito de supressão. Foram encontrados diversos estudos sobre supressão com ruído branco como estímulo supressor (Collet et al., 1990; Berlin et al., 1995;

Hood et al., 1996; Ryam e Kemp, 1996; Durante e Carvallo, 2002; Sanches, 2003).

Estudamos a supressão das EOATs nos grupos GE1 e GC, analisando primeiramente a variável orelha (tabela 5). Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes em nenhum grupo, resultado também encontrado por Burghetti (2006) e Burghetti e Carvallo (2008). Nossos valores médios encontrados para as OD e OE não corroboram com os achados da literatura, que obtiveram valores da OD maiores do que a da OE (Silva; 1997; Rabinovich, 1999; Durante e Carvallo, 2002).

A não dominância da OD em indivíduos com alteração de PA pode ser justificada pelo fato de a vantagem da OD ser usualmente interpretada como um reflexo da dominância do HE, para o processamento da fala e linguagem e da inibição das vias auditivas ipsilaterais. Uma vez que indivíduos com DPA apresentam dificuldade em situações dicóticas, a dominância da supressão na OE, em relação à OD, pode significar a não existência da dominância do HE (Muchnik et al., 2004; Clarke et al., 2006). No entanto, em nossos achados, nem para o GC houve vantagem da OD.

Também não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os gêneros feminino e masculino nas duas condições de supressão estudadas, para ambos os grupos (tabela 6).

Burghetti e Carvallo (2008) também não encontraram diferença estatística entre os gêneros para o GC e para o GE, composto por crianças com DPA. No entanto, o GC apresentou valores médios de supressão das EOAs maiores no gênero masculino. Já no GE1, observou-se valores médios maiores para o gênero feminino. As autoras explicaram este dado com o fato de meninos apresentarem maior risco para alteração de PA e de comunicação oral em geral. Uma hipótese hormonal poderia explicar a alta incidência de homens com problemas desenvolvimentais, o que poderia estar associado a um corpo caloso menor. O esplêndio (porção posterior do corpo caloso), o qual é responsável pela transmissão auditiva e visual entre os hemisférios, geralmente, é mais largo e bulboso nas mulheres (Katz e Wilde, 1999). Portanto, as

mulheres podem ser capazes de integrar informações visuais e auditivas dos dois hemisférios, mais efetivamente do que os homens, justificando, talvez, a maior redução das respostas das EOAs na presença de ruído contralateral.

Na comparação dos valores médios de supressão entre os dois grupos, GE1 e GC, também não houve diferença estatisticamente significativa nas duas análises de supressão (tabela 7), embora os valores tenham sido maiores no GC, sugerindo diminuição do efeito inibitório do sistema auditivo eferente nas crianças com dislexia. No entanto, esses resultados sugerem que os valores obtidos na avaliação da supressão das EOAs podem não ser capazes de fornecer medidas sensíveis para a avaliação do sistema inibitório, menos ainda fornecer informações sobre o processamento auditivo.

Muchnik et al. (2004), Clarke et al. (2006) e Burghetti e Carvallo (2008) encontraram resultados semelhantes aos nossos, em que não observaram diferença entre os GE e GC, embora tenham observado valores de supressão maiores no GC.

Muchnik et al. (2004) investigaram a função do SOCM, por meio da supressão de EOAT, em crianças com DPA, associado a dificuldades de aprendizagem. Concluíram que o grupo com alteração de PA teve valores de supressão menores que o GC, sugerindo um efeito de supressão reduzido no primeiro grupo. Sendo assim, os autores sugerem a integração da supressão de EOA na bateria de testes para a avaliação do PA.

Podemos observar os valores de 0,6 dB de supressão para o GC e -0,1 dB para o GE1 na condição: S/R sem ruído contralateral menos S/R com ruído contralateral. Para a condição de análise utilizando os valores da resposta total das EOAs, encontramos os valores de 0,4 dB para o GC e 0,2 dB para o GE1. Não houve diferença significativa entre os valores de ambos os grupos.

Diversos estudos relataram valores de supressão para população com audição normal, como Musiek et al. (1994), que encontraram supressão no valor de 2 a 3 dB; Kyan e Kemp (1996) encontraram -2,6 a 3,8 dB e Hood et al. (1996), 0,33 a 1,38 dB. Em crianças de 10 a 12 anos, sem queixas escolares, Kumar e Vanaj (2004), encontraram valores entre 0,87 a 1,6 dB. Em relação

aos estudos que avaliaram a supressão das EOAs em crianças com DPA, foram encontrados os seguintes valores: 0,89 a 1,62 dB (Muchnik et al., 2004) e 1,04 a 1,39 dB (Sanches e Carvalho, 2006).

Pode-se observar uma variável muito grande em relação aos valores encontrados acima. Essas diferenças podem ser explicadas em razão da variação dos parâmetros utilizados em cada estudo. A não homogeneidade dos valores também ocorreu no estudo Hood et al. (1999) e de De Ceulaer et al. (2001). Estes últimos verificaram que o mesmo nível de estímulos apresentados nas EOAs produz diferentes respostas em diferentes indivíduos, e que esta variabilidade intersujeitos será refletida, consequentemente no nível de supressão.

De acordo com Muchnik et al. (2004), é difícil determinar clinicamente os valores de supressão anormal. Esta variabilidade pode ser atribuída às características individuais do funcionamento auditivo inibitório (Maison et al., 1997).

Também observamos que na análise entre orelhas, gênero ou comparação entre os grupos, não foi observada diferença estatística quando usada uma forma de análise para obter as medidas de supressão ou outra (S/R ou resposta total).

Carvalho e Befi (1998) realizaram um estudo com o objetivo de verificar o efeito inibitório do sistema eferente auditivo na captação das EOAPD com mascaramento contralateral em crianças com alteração no desenvolvimento da linguagem. Os resultados revelaram associação entre presença de alterações nas provas de PA e não redução das EOAs sob mascaramento contralateral, sugerindo ausência do efeito inibidor do sistema eferente auditivo.

O estudo de Angeli et al. (2008), analisou a relação do aproveitamento escolar com a inibição das EOAs por estímulo auditivo contralateral. Foram avaliados 39 alunos, de sete a doze anos, sendo 19 com bom aproveitamento escolar e 20 com aproveitamento inadequado. O exame EOAs com inibição contralateral foi comparado aos resultados de aproveitamento escolar. A falha da supressão das EOAs por estímulo acústico contralateral foi mais encontrada no grupo de crianças com mau aproveitamento escolar. Neste estudo, os autores concluíram que o teste da

falha da inibição contralateral das EOAs por estímulo auditivo contralateral é preditivo de transtorno do aproveitamento escolar em indivíduos de 6 a 12 anos de idade.

Buscou-se analisar o desempenho das crianças nos testes de PA em relação às medidas de supressão (tabelas 8 e 9). Não houve correlação entre essas avaliações em nenhum grupo.

Kumar e Vanaja (2004) avaliaram o efeito da estimulação acústica contralateral nos índices de identificação de fala, e correlacionaram a supressão contralateral das EOAs. Avaliaram 10 crianças com bom desempenho acadêmico, por meio dos índices de identificação de fala medidos no silêncio e com diferentes razões de sinal/ruído (S/R) ipsilateral, em duas condições: sem e com ruído contralateral. Foi realizada a pesquisa de EOAT a 70 dB com e sem ruído contralateral. Encontraram que a estimulação contralateral acentuou a percepção de fala, quando a razão S/R foi de +10 e +15. Este resultado teve correlação positiva significativa com a supressão contralateral de EOAs. O estudo suporta a hipótese de que o SCOM auxilia na percepção de fala no ruído, sugerindo a possível participação das fibras cocleares eferentes na audição.

Muchnik et al. (2004) investigaram a função do SOCM, por meio da supressão de EOAT, em crianças com diagnóstico de DPA, associado a dificuldades de aprendizagem. Para tanto, utilizaram como estímulo supressor o ruído branco na orelha contralateral a 40 dBNS, e como estímulo eliciador das EOATS os *clicks* a 74 (+/-1) dBNS. Concluíram que o grupo com alteração de PA teve valores de supressão menores que o GC, sugerindo um efeito de supressão reduzido no primeiro grupo. Sendo assim, os autores sugerem a integração da supressão de EOA na bateria de testes para a avaliação do PA.

Com o objetivo de analisar o efeito de supressão das EOATs com a apresentação de ruído branco contralateral, Sanches (2006) avaliou 51 crianças de 7 a 11 anos, sendo 15 sem queixas auditivas (GC) e 36 com DPA. Verificou-se que a proporção de ausência do efeito de supressão foi significativamente maior nos grupos de crianças com DPA, comparados ao GC.

A EOA é um método objetivo que complementa a avaliação do PA, quando realizada pelo método subjetivo (comportamental), contribuindo para a elaboração do diagnóstico de DPA.

Alguns autores indicam a realização de procedimentos comportamentais, eletrofisiológicos e eletroacústicos para se obter diagnóstico efetivo da alteração de PA (Alvarez et al., 2000).

**PARTE 2:** Discussão dos resultados do PA e da supressão das EOAs do GE2, antes e após remediação fonológica, de leitura e escrita.

Segundo Margall (2002), cerca de 80% das crianças com queixas relacionadas à leitura e/ou à escrita apresentam alteração do PA, e 100% das crianças que apresentam trocas grafêmicas relacionadas à sonoridade apresentam DPA.

Observamos que nos testes de LS, MSNV e MSN, tanto na pré quanto na pós-testagem, as crianças com dislexia apresentaram resultados semelhantes, motivo pelo qual não houve resultados significativos entre ambas as avaliações (tabela 12). A hipótese para explicar tal dado estaria relacionada ao bom desempenho logo na primeira avaliação, não havendo mudança no comportamento após a remediação.

No TDD houve diferença estatisticamente significante entre as duas avaliações realizadas, demonstrando que houve melhora na habilidade auditiva de figura-fundo para sons verbais.

O treino da consciência fonológica em escolares com dislexia, relacionada ao processo de decodificação avaliado por meio do TDD, apresenta efeitos positivos nas dificuldades de leitura. Estudos têm apresentado melhora no desempenho de habilidades de leitura e escrita, consciência fonológica e percepção auditiva em crianças com dislexia após treinamento de habilidades auditivas (Elbro e Peterson, 2004; Salgado, 2010). Estes pesquisadores realizaram programas de treinamento enfocando sons da fala e sua relação fonema-grafema. Os sujeitos foram pré e pós testados em nomeação de letras, decodificação de palavras, deleção de fonemas, identificação de fonemas, deleção de sílabas, identificação de sílabas, discriminação de fonemas, memória de curta duração (nomeação de dígitos), pronúncia, recepção de vocabulário e leitura. Os resultados

indicaram que o treino da consciência fonológica tem efeitos duradouros, sendo que foi possível observar seus efeitos inclusive na melhora da compreensão de leitura.

Swanson e Howard (2006) e Germano e Capellini (2008) evidenciaram em seus estudos dificuldades em crianças disléxicas quanto à percepção e produção de rimas, segmentação e manipulação fonêmicas. Estes relatos são de extrema relevância para este estudo, pois o trabalho com a consciência fonológica pode ter sido responsável por refinar o processo gnósico auditivo de decodificação, avaliada no TDD.

Russo et al. (2005) referiram que o TA pode alterar a codificação neural do som no nível cortical, ou seja, a característica acústica das sílabas faladas. Realizaram um TA com objetivo de trabalhar a percepção auditiva de crianças com dislexia. Os autores concluíram que o TA pode afetar positivamente a codificação sonora no nível neural, possibilitando, assim, melhora no desempenho de percepção sonora, desempenho acadêmico e cognitivo.

A percepção adequada de padrões sonoros não-verbais, de frequência e duração, contribui para o processamento das características acústicas da fala. A adequada recepção dos aspectos acústicos da fala colabora para a adequada compreensão na fase de aquisição e desenvolvimento de linguagem, pois facilita a apreciação da prosódia, do ritmo e da entonação da fala (Musiek, 1999). Além disso, os testes TPF e TPD são sensíveis em identificar DPA (Musiek et al., 1990).

Assim, na avaliação de padrões sonoros não-verbais realizados por meio destes testes, observou-se que também houve melhora estatisticamente significativa após a remediação em ambos os testes. No entanto, ainda na pós-testagem, as crianças com dislexia apresentaram dificuldade na habilidade de ordenação temporal.

Os disléxicos tendem a apresentar dificuldades de processamento de estímulos lingüísticos e não lingüísticos breves, rápidos e sucessivos. Tal dificuldade se deve a disfunções em mecanismos de percepção responsável pelo PA temporal da informação. Conseqüentemente, o problema da percepção da fala causa um efeito em cascata, iniciando com o rompimento do desenvolvimento normal do sistema fonológico e resultando em problemas na aprendizagem da

leitura e da soletração (Boets et al., 2007).

Na avaliação da resolução temporal avaliada por meio do GIN, observa-se que em relação aos dois momentos de avaliação, só houve diferença estatisticamente significativa entre os resultados da porcentagem de acertos da OE.

Observou-se que as crianças disléxicas apresentaram média do limiar de detecção de gaps semelhante a estudo com crianças sem queixas auditivas e de aprendizagem (Musiek et al., 2005; Samelli e Schochat, 2008; Shinn et al., 2009; Amaral e Colella-Santos, 2010) logo na primeira avaliação, motivo pelo qual pode não ter havido diferença significativa quanto ao limiar de detecção de *gaps* na pré e pós-testagem. Esse dado aponta para o fato de que as crianças deste estudo não apresentaram dificuldades na habilidade auditiva de resolução temporal.

Tal fato não corrobora algumas pesquisas da literatura que apresentaram estudos mencionando a hipótese do processamento temporal rápido para explicar a dificuldade na leitura e na escrita como resultante de déficits no processamento fonológico, mostrando que estes indivíduos apresentavam maiores dificuldades em perceber o intervalo entre o som e o silêncio, o que influi significativamente no processamento das informações fonológicas (McCroskey e Kidder, 1980; Brady et al., 1983; Murphy e Schochat, 2007; Tallal, 1980; Merzenich et al., 1996).

Outros estudos também demonstraram que a estimulação, seja por meio de TA específico, seja por meio de intervenção direcionada às habilidades fonológica, de leitura e escrita, realizada com crianças com dislexia, melhora suas habilidade auditivas e seu desempenho acadêmico.

Strehlow et al. (2006) realizaram um treinamento de crianças com dislexia a partir de um programa computadorizado para treinamento do PA temporal. Esse treino ajuda a criança a se tornar mais competente na aprendizagem e uso da linguagem escrita e oral. Os resultados indicaram que houve ganho significativo no processamento de sons e também no de fonema. O estudo concluiu que o PA temporal pode ser treinado de forma efetiva para os sons e para os

fonemas.

Com base na afirmativa de que os indivíduos com dislexia apresentam dificuldades em diferenciar mudanças rápidas entre consoante e vogal nas sílabas, foi realizado um programa de intervenção acusticamente modificado, em que a criança deveria identificar as mudanças rápidas de estímulo sonoro e, assim, melhorar as habilidades auditivas e de linguagem. Os estudos concluíram que houve melhora na percepção auditiva dos sons e discriminação sonora nas crianças disléxicas, e que há evidência eletrofisiológica de que crianças com transtorno de leitura apresentam uma representação anormal cortical de mudanças sucessivas de sons breves e rápidos no nível de entrada cortical auditiva de representações sonoras (Agnew et al., 2004; Heath e Hogben, 2004; Waber et al., 2007).

As mudanças observadas no comportamento auditivo das crianças com dislexia deste estudo estão relacionadas à intervenção por meio do programa de remediação. Assim, de acordo com os resultados obtidos, surgiram evidências que sugerem que o SNAC das crianças com dislexia modificou-se com o auxílio da intervenção.

Quando um animal ou um ser humano é exposto repetidamente a um estímulo acústico pode aumentar a potenciação de longo prazo e também a percepção para os estímulos repetidos. A potenciação de longo prazo (LTP ou Long Term Potentiation, em inglês) é uma melhoria duradoura na transmissão do sinal entre dois neurônios que resulta de estimulá-los de forma tem alguma coisa estranha nesta frase síncrona. É um dos vários fenômenos subjacentes à plasticidade sináptica, a capacidade das sinapses químicas de mudar sua força. Acredita-se que a memória é codificada por modificação da força sináptica, por isso a LTP é amplamente considerada como um dos principais mecanismos celulares que está na base da aprendizagem e memória.

O TA e outras formas de intervenção comportamental, que promovam a estimulação auditiva, podem aumentar a atividade sináptica e através desse aumento, facilitar mudanças comportamentais (Chermak e Musiek, 2006). Embora a remediação tenha sido fonológica, de

leitura e escrita, as atividades também estimulavam a percepção auditiva durante a realização das tarefas.

As modificações que podem ocorrer na atividade neural devido à prática de uma habilidade, ou exposição freqüente a um estímulo, são denominadas plasticidade neuronal (Grafman, 2000). Segundo Musiek e Berge (1998), a plasticidade neural pode ser definida como uma mudança em células nervosas que ocorrem de acordo com as influências ambientais, e se estas influências podem ser controladas e modeladas da maneira desejada, o comportamento relacionado à plasticidade pode ser previsível.

Segundo Musiek et al. (2002), podem ocorrer três tipos de plasticidade no sistema auditivo: plasticidade desenvolvimental, plasticidade compensatória, resultante de uma lesão ocorrida no sistema auditivo e a plasticidade relacionada à aprendizagem.

Podemos observamos que a plasticidade ocorrida neste estudo foi à relacionada com a aprendizagem, uma vez que as crianças foram submetidas a um programa de remediação fonológica, de leitura e escrita.

Kujala et al. (2001) realizaram treinamento audiovisual de leitura com crianças boas leitoras e com dislexia. O treinamento consistiu em um jogo de computador em que vários padrões sonoros com 3 a 15 elementos foram graficamente apresentados na tela do computador em forma de retângulos, variando conforme o *pitch*, duração e intensidade do som. Os resultados indicaram que o treinamento acarretou mudança da plasticidade auditiva cortical, acompanhadas pela melhora no desempenho de leitura.

Hayes et al. (2003) realizaram um programa de treinamento auditivo (TA) com crianças com distúrbio de aprendizagem durante oito semanas. Foram utilizados testes padronizados para avaliar o desempenho dos sujeitos após a remediação e ainda foi avaliada a plasticidade do SNAC a partir de respostas cerebrais. Os resultados indicaram que o grupo remediado melhorou suas medidas de PA, exibindo mudanças nas respostas corticais, colaborando para a hipótese de que a plasticidade vem acompanhada pela melhora do desempenho.

Analizamos a supressão das EOAs no GE2 na situação S/R sem ruído contralateral menos S/R com ruído contralateral, e não encontramos diferença estatisticamente significativa para a variável orelha nem na avaliação pré, nem na pós remediação fonológica, de leitura e escrita (tabela 13). Mas os valores médios encontrados para as ambas as orelhas são maiores após a remediação, quando comparados aos valores encontrados antes desta.

Já na análise da variável gênero, obtivemos resultado estatisticamente significativo, sendo o efeito de supressão maior para os meninos (tabela 14). Estes achados são diferentes do que diz a literatura, que ressalta que a sensibilidade auditiva é maior no gênero feminino e que essa diferença emerge cedo do desenvolvimento (Kannan e Lipscomb, 1974). O número de CCEs é maior no gênero feminino (Wright et al., 1987), gênero que também apresenta maior prevalência de EOAs (Cassidy e Ditty, 2001).

Quando comparadas as medidas antes *versus* depois, para ambos os gêneros, houve diferença estatisticamente significativa para os valores dos meninos, havendo aumento do valor da supressão, o que não ocorreu para as meninas. Podemos notar que esse aumento vem acompanhado de melhora no desempenho das crianças com dislexia nos testes de PA após a remediação fonológica, de leitura e escrita, e sugere melhora no efeito inibitório do sistema eferente.

Os processos de atenção e de memória são as bases de qualquer aprendizado (Machado e Pereira, 1997). DPA envolvendo as habilidades auditivas como: localização, atenção, figura-fundo, memória, discriminação, análise e síntese auditiva podem estar presentes nas crianças com dislexia.

Dessa forma, é muito importante a avaliação fonoaudiológica completa em crianças com dislexia do desenvolvimento para melhor direcionamento do uso de programas de remediação e conseqüentemente melhora no desenvolvimento da leitura e escrita com estratégias que medem o processamento auditivo e fonológico.

Os resultados indicam que houve mudança da plasticidade auditiva, acompanhada pela

melhora no desempenho nos testes de PA. A remediação fonológica, de leitura e escrita, é capaz de melhorar as habilidades auditivas. A sistematicidade do processo terapêutico é de fundamental importância, pois diversos estudos sobre a plasticidade neural auditiva demonstram que a estimulação intensa é fundamental.



## **VII. CONCLUSÃO**

1. Os testes de PA temporal - TPD, TPF e GIN/OE - revelaram diferença estatisticamente significativa no desempenho entre o grupo de crianças com dislexia e o grupo controle. As crianças com dislexia apresentaram maior dificuldade na habilidade auditiva de ordenação temporal.
2. Houve diferença estatisticamente significativa entre o desempenho do GE1 e do GC nos testes MSNV para os meninos, MSV e TDD.
3. Não houve presença de supressão das EOAs no GE, nem diferença estatisticamente significativa quando comparados os valores obtidos para o grupo controle.
4. Não houve correlação entre os testes de PA e os valores de supressão das EOATs em nenhum grupo avaliado.
5. Na comparação entre o desempenho das crianças com dislexia pré e pós remediação fonológica – GE2, houve melhora estatisticamente significativa nos testes TDD, TPD, TPF e porcentagem de acertos no GIN na OE, na pós testagem. Foi observada diferença estatisticamente significativa entre os valores médios de supressão para os meninos quando comparado pré e pós remediação, ocorrendo aumento da supressão. Houve presença de supressão das EOAs apenas na etapa pós remediação para o gênero masculino.

## **VIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Abdo AGR, Schochat E. Avaliação Comportamental do Processamento Auditivo em crianças com Dislexia. In: 16- Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia; 2008, Campos do Jordão. Avaliação Comportamental do Processamento Auditivo em crianças com Dislexia. 2008; p. 649.

Agnew JA, Dorn C, Eden GF. Effect of intensive training on auditory processing and reading skills. *Brain Language*. 2004 Jan; 88:21-5.

Alvarez AMMA, Caetano AL, Nastas SS. Processamento auditivo central. O que é isto? *Fono Atual*. 1997;1(1):17-8.

Alvarez, AMMA et al. Processamento Auditivo Central: Proposta de Avaliação e Diagnóstico Diferencial. In: Munhoz, MSL et al. *Audiologia Clínica*. São Paulo: Atheneu; 2000. Série Otoneurológica.

Amaral MIR, Colella-Santos MF. Temporal Resolution: performance of school-aged children in the GIN – Gaps-in-noise test. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2010; 75(6):745-52.

American Academy of Pediatrics, Joint Committee on Infant Hearing. 1994 Position Statement. *Pediatrics*. 1982.196-7.

American Speech Language Hearing Association (ASHA). Central auditory processing: current status of research and implications for clinical practice. Rockvilli: MD Asha. 1995; p.40.

American Speech-Language-Hearing Association. (ASHA). Central auditory processing: Current status of research and implications for clinical practice. *Am J Audiol*. 1996; 5:41-54.

Angeli MLS, Almeida CIR, Sens PM. Estudo comparativo entre o aproveitamento escolar de alunos de escola de 1º grau e teste de inibição de emissões otoacústicas transientes. *Rev Brasil de Otorrino*. 2008; 74: 112-17.

Ashmore JF. Ionic mechanisms in hair cells of mammalian cochlea. *Prog Brain Res*. 1988; 74:3-9.

Au A, Lovergrove B. Temporal processing ability in above average and average readers. *Percept Pshychophys*. 2001; 63(1): 148-155.

Auditec. Evaluation Manuel of pitch pattern sequence and duration pattern sequence. St. Louis: Auditec, 1997:13.

Azevedo MF. Emissões Otoacústicas. In: Figueiredo MS. *Conhecimentos essenciais para entender bem Emissões Otoacústicas e BERA*. São José dos Campos: Pulso; 2003; 35-83.

Azevedo FA. Triagem Auditiva Neonatal. In: Ferreira LP, Lopes DMB, Limongi SCO. *Tratado de Fonoaudiologia*. São Paulo: Roca, 2004; 604-16.

Baker RJ, Rosen S, Godrich A. No right ear advantage in gap detection. *Speech, hearing and Language (UCL work in progress)*. 2000; 12:57-69.

Balen SA. Reconhecimento de padrões auditivos de frequência e de duração: desempenho de crianças escolares de 7 a 11 anos [Tese – Doutorado]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo; 2001.

Balen SA, Liebel G, Boeno MRM, Mottecy CM. Resolução Temporal de crianças escolares. *Rev Cefac [online]*. 2009; 11:52-61.

Baran JA et al. Auditory duration pattern sequences in the assessment of CANS pathology. *American Speech-Language-Hearing Association*. 1987; 29: 125, 1987.

Baran JA, Musiek FE. Avaliação comportamental do sistema nervosa auditivo central. In: Musiek FE, Rintelmann WF. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva*. Barueri: Manole, 2001; 371-409.

Barreiro FCAB. Estudo do processamento auditivo temporal em alunos de escola pública com e sem dificuldade de leitura. [Tese – Doutorado]. São Paulo (SP):Universidade de São Paulo; 2003.

Bellis TJ. *Central auditory processing disorders: from science to practice*. San Diego: Singular, 1996; 349.

Bellis TJ. *Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting: from science to practice*. 2 Ed. New York: Thomson Delmar Learning; 2003.

Berlin CI, Hood LJ, Wen H, Szabo P, Cecola RP, Rigby P, Jackson DF. Contralateral suppression of non-linear click-evoked otoacoustic emissions. *Hear Res*. 1993; 71:1-11.

Berlin CI, Hood LJ, Hurley A, Wen H. Contralateral suppression of otoacoustic emissions: an index of the function of the medial olivocochlear system. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1994; 110(1): 3-21.

Berlin CI, Hood LH, Hurley H, Wen H, Kemp DT. Binaural noise suppresses linear click-evoked otoacoustic emissions more than ipsilateral or contralateral noise. *Hear Res*. 1995; 87:96-103.

Boder E. Developmental dyslexia: a diagnostic approach based on three atypical reading-spelling patterns. *Dev Méd Child Neurol*. 1973 Out; 5(5):663-687.

Boets, B, Wounters J, Wieringen A, Ghesquiere P. Auditory processing, speech perception and phonological ability in pre-school children at high-risk for dyslexia: a longitudinal study of the auditory temporal processing theory. *Neuropsychologia*. 2001; 45:1608-1620.

Bradley L, Bryant PE. Difficulties in auditory organization as a possible cause of reading backwardness. *Nature*. 1978; 271: 746-747.

Brady AS, Shankweiler DP, Man V. Speech perception and memory coding in relation to reading ability. *Journal of experimental child psychology*. 1983; 35: 345-67.

Bretherton L, Holmes CM. The relationship between auditory temporal processing phonemic awareness and reading disability. *Journal of experimental Psychology*. 2003; 46:31-42.

Brown S, Nicholls MER. Hemispheric asymmetries for the temporal resolution of brief auditory stimuli. *Perception e Pshychophys*. 1997; 59(3): 442-7.

Brownell WE. Outer hair cell electromotility and acoustic emissions. *Ear Hear*. 1990; 11(2): 82-93.

Bruel MLF, Sanchez TG, Bento RF. Vias auditivas eferentes e seu papel no sistema auditivo. *Arq Otorrinolaringol*. 2001; 5(2): 62-7.

Buonomano DV, Karmarkar UR. How do we tell time? *Neuroscientist*. 2002; 8(1):42-51.

Burguetti, FAR. Supressão das emissões otoacústicas e sensibilização do reflexo acústico no distúrbio do processamento auditivo [Tese - Doutorado]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo; 2006.

Burghetti FAR, Carvalho RMM. Sistema auditivo eferente: efeito no processamento auditivo. *Ver Bras Otorrinolaringol*. 2008; 74(5).

Cacace AT, Mcfarland DJ. Central auditory processing disorder in school-aged children: a critical review. *American Speech-language-hearing Association*. 1998; 41: 355-73.

Capellini SA. Eficácia do programa de remediação fonológica em escolares com distúrbio específico de

leitura e distúrbio de aprendizagem [Tese – Doutorado]. Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas; 2001.

Capovilla AGS, Capovilla FC. Problemas de leitura e escrita, como identificar, prevenir e remediar uma abordagem fônica. São Paulo: Memnon, 2000.

Cassidy JW, Ditty KM. Gender differences among newborns on a transient evoked otoacoustic emissions test for hearing. *J Music Therapy*. 2001; 38(1):28-35.

Carvalho MMR. Audição em alta frequência: repercussões no reconhecimento de fala no ruído e nas emissões otoacústicas [Tese Livre Docência]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2002.

Carvalho MMR. Fonoaudiologia: Informação Para Formação. Procedimentos em Audiologia. São Paulo: Guanabara Koogan; 2003; 23-45.

Chermak GD, Musiek FE. Electrophysiologic assessment of central auditory processing disorders. In: Chermak GD, Musiek FE. *Central auditory processing disorders: new perspectives*. San Diego: Singular Publishing Group; 1997; 129-50.

Chermak GD, Musiek FE, editors. *Handbook of (Central) auditory processing disorder. Comprehensive intervention*. San Diego: Plural Publishing; 2006; (2).

Ciasca SM. Avaliação neuropsicológica e neuroimagem nos distúrbios de aprendizagem- leitura e escrita. In: Ciasca SM. *Dislexia- cérebro, cognição e aprendizagem*. São Paulo: Frôntis Editorial; 2000; 127-133.

Ciasca SM. Distúrbios e Dificuldades de Aprendizagem: Questão de nomenclatura. In: Ciasca SM, org. *Distúrbios de Aprendizagem: Proposta de Avaliação Interdisciplinar*. São Paulo: Casa do Psicólogo; 2003; 19-31.

Clark MG, Rosen GD, Tallal P, Fitch RH. Impaired two-tone processing at rapid rates in male rats with induced microgyria. *Brain Research*. 2000; 871:94-97.

Clarke EM, Ahmed A, Parker D, Adams C. Contralateral suppression of otoacoustic emissions in children with specific language impairment. *Ear Hear*. 2006; 27(2): 153-60.

Colella-Santos MF. *Processamento Auditivo Central: Teste Dicótico de Dígitos em indivíduos normais [Dissertação]*. São Paulo (SP): Universidade Federal de São Paulo; 1998.

Collet L, Kemp DT, Veuille E, Duclaux R, Moulin A, Morgon A. Effects of contralateral auditory stimuli on active cochlear micromechanical properties in humans subjects. *Hear Res*. 1990; 43:251-62.

Corona AP, Pereira LD, Ferrite S, Rossi AG. Memória sequencial verbal de três e quatro sílabas em escolares. *Pró-Fono*. 2005;17(1):27-36.

Costa LA. *Teste de fusão auditiva: estudo em crianças escolares. [Monografia]*. São Paulo (SP): Universidade Federal de São Paulo; 2003.

Corazza MCA. *Avaliação do processamento auditivo central em adultos: teste de padrões tonais auditivos de frequência e teste de padrões tonais auditivos de duração [Tese – Doutorado]*. São Paulo (SP): Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina; 1998.

Cruz PC, Pereira LD. Comparação do desempenho das habilidades auditivas e de linguagem, em crianças com queixa de dificuldade de aprendizagem. *Acta AWHO Jan-Mar*. 1996; 15(1):21-6.

Daniel RC, Costa MJ, Oliveira TMT. Reconhecimento de fala no silêncio e no ruído em crianças com e sem histórico de repetência escolar. *Fono atual*. 2003; 6(26): 21-41.

De Ceulaer G, Yperman M, Daemers K, Van Driessche K, Somers T, Officierss FE; et al. Contralateral suppression of transient evoked otoacoustic emission: Normative data for a clinical test set-up. *Otol Neurotol*. 2001; 22(3): 350-355.

Dias TLL, Pereira LD. Habilidade de localização e lateralização sonora em deficientes visuais. *Rev soc bras fonoaudiol*. 2008; 13(4).

Divenyi PL. The times of Ira Hirsh: multiple ranges of auditory temporal perception. *Semin Hear*. 2004; 25(3):229-39.

Durante AS, Carvalho RMM, Costa FS, Soares JC. Características das emissões otoacústicas por transientes em programa de triagem auditiva neonatal. *Pró-fono R Atual Cient*. 2005; 17(2).

Durante AS, Carvalho, RMM. Contralateral suppression of otoacoustic emission in neonates. *Int J Audiol*. 2002; 41:211-5.

Durante AS, Carvalho RMM. Mudanças da emissões otoacústicas por transientes na supressão contralateral em lactentes. *Pró-Fono R Atual Cient*. 2006; 18(1).

Durante AS, Carvalho RMM. Contralateral suppression of linear and nonlinear transient evoked otoacoustic emissions in neonates at risk for hearing loss. *J Commun Disord*. 2008; 41(1):70-83.

Efron R, Yund EW, Nichols D, Crandal PH. An ear asymmetry for gap detection following anterior temporal lobectomy. *Neuropsychol*. 1985; 23(1):43-50.

Eggermont JJ. Firing rate and firing synchrony distinguish dynamic from steady state sound. *Neuroreport*. 1997; 8(12):2709-13.

Eggermont JJ. Neural responses in primary auditory cortex mimic psychophysical, across-frequency-channel, gap-detection thresholds. *J Neurophysiol*. 2000;84:1453-63.

Elbro, C., Petersen, D.K. Long-term effects of phoneme awareness and letter sound training: an intervention study with children at risk for dyslexia. *Journal of Educational Psychology*. 2004; 96 (4), 660-670.

Ellis AW. *Leitura, escrita e dislexia, uma análise cognitiva*. Porto Alegre: Artes Médicas; 1995.

Engelmann L, Ferreira MIDC. Avaliação do processamento auditivo em crianças com dificuldades de aprendizagem. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2009;14(1):69-74.

Etchepareborda MC. La intervención en los trastornos disléxicos: entrenamiento de la conciencia fonológica. *Revista de Neurología*. 2003; 36:13-19.

Farmer, ME, Klein RM. The evidence for a temporal processing deficit linked to dyslexia: A review. *Psychonomic Bulletin and Review*. 1995; 2:460-93.

Fellipe ACN. *Processamento Auditivo e Problemas de Leitura-Escrita*. In: Aquino AMCM. *Processamento Auditivo - Eletrofisiologia e Psicoacústica*. s/n. ed. São Paulo: Lovise; 2002.

Fellipe ACN, Colafêmina JF. Avaliação simplificada do processamento auditivo e o desempenho em tarefas de leitura e escrita. *Pró-Fono R Atual Cient*. 2002; 14(2), 225-234.

Feniman MR, Keith RW, Rebekah FC. Assessment of auditory processing in children with deficit hyperactivity disorder and language-based impairments. *Rev Dist Commun.* 1999; 11(1):9-27.

Ferguson MA, O'Donoghue GM, Owen V. Contralateral suppression of transient evoked otoacoustic emissions in patients with cerebello-pontine angle tumor. *Ear Hear.* 2001; 22(3):173-181.

Fortes AB, Pereira LD, Azevedo MF. Resolução Temporal: análise em pré-escolares nascidos a termo e pré-termo. *Pró-Fono R Atual Cient.* 2007; 19(1):87-96.

Frisina RD. Subcortical neural mechanisms for auditory temporal processing. *Hear Res.* 2001; 158(1 e 2): 1-27.

Furbeta TDC, Felipe ACN. Avaliação simplificada do processamento auditivo e dificuldades de leitura-escrita. *Pró-Fono R Atual Cient.* 2005; 17(1): 11-8.

Galambos R. Suppression of auditory nerve activity by stimulation of efferent fibers to cochlea. *J. Neurophysiol.* 1956; 19:424-37.

Garcia VL, Pereira LD, Fukuda Y. Processos de localização sonora e memória sequencial em crianças com distúrbio de aprendizagem. *Fono Atual.* 2005; 34(8): 4-13.

Germano, G.D., Capellini, S.A., (2008). Eficácia do programa de remediação auditivo-visual computadorizado em escolares com dislexia. *Pró-Fono R Atual Cient.* 2008; 20(4).

Giacheti CM, Capellini SA. Distúrbio de Aprendizagem: avaliação e programas de remediação. In: Associação Brasileira de Dislexia. *Dislexia – cérebro, cognição e aprendizagem.* São Paulo: Frôntis Editorial; 2000; 41-59.

Gibson W, Sanli H. Auditory neuropathy: an update. *Ear Hear.* 2007; 28(Suppl.):102S-106S.

Gielow I. Terapia para Desordem do Processamento Auditivo Central em Crianças: Estratégias Baseadas em Experiência Clínica. In: Pereira LD, Schochat E. *Processamento Auditivo Central - Manual de Avaliação s/n.* ed. São Paulo: Lovise; 1997.

Gindri G, Keske-Soares M, Mota HB. Memória de trabalho, consciência fonológica e hipótese de escrita. *Pró-Fono R Atual Cient.* 2007; 19(3):313-22.

Giraud AL, Garnier S, Micheyl C, Lina G, Chays A, Chéry-Croze S. Auditory efferents involved in speech-in-noise intelligibility. *Neuroreport.* 1997; 8: 1779-83.

Grafman J. Conceptualizing Functional neuroplasticity. *J Commum Disord.* 2000; 33(4):346-55.

Guinan Jr JJ, Backus BC, Lilaonitkul, Aharonson V. Medial olivocochlear efferent reflex in humans: otoacoustic emission (OEA) measurement issues and the advantages of stimulus frequency OAES. *JARO.* 2003; 4:521-40.

Hackett TA, Preuss TM, Kaas JH. Architectonic identification of the core region in auditory cortex of macaques, chimpanzees, and humans. *J Comp Neurol.* 2001;441:197-222.

Harrison WA, Burns EM. Effect of contralateral acoustic stimulation on spontaneous otoacoustic emissions. *J Acoust Soc Am.* 1993; 94: 2649-58.

Hautus M, Setchell G, Waldie K, Kirk I. Age related improvements in auditory temporal resolution in reading impaired children. *Dyslexia.* 2003; 9:37-45.

Hayes EA, Warrier CM, Nicol TG, Zecker SG, Kraus N. Neural plasticity following auditory training in children with learning problems. *Clinical Neurophysiology*. 2003; 114, 673-648.

Heath SM, Hogben JH, Clark CD. Auditory temporary processing in disabled readers with and without oral language delay. In: *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 1999; 40, 637-47.

Heiervang E, Hugdahl K, Steinmetz H, et al. Planum temporale, planum parietale and dichotic listening in dyslexia. *Neuropsychologia*. 2000; 38:1704-1713.

Hill JC, Pracher DK, Luxon LM. Evidence for efferent effects on auditory afferent activity, and their functional relevance. *Clin Otolaryngol*. 1997; 22(5): 394-402.

Hirsh IJ. Auditory perception of temporal order. *The Journal of the Acoustical Society of America*, Lancaster. 1959 Jun; 31(6): 759-67.

Hood LJ, Berlin CI, Hurley A, Cecola RP, Bell B. Contralateral suppression of transient-evoked otoacoustic emissions in humans: intensity effects. *Hear Res*. 1996; 101 (1-2):113-8.

Hood LJ, Berlin CI, Goforth-Barter L, Bordelon J, Wen H. Recording and analyzing efferent suppression of transient-evoked otoacoustic emissions. In: Berlin CI. *The efferent auditory system*. San Diego: Singular Publishing Group; 1999: 87-103.

Hugdahl K, Heiervang E, Nordby H, et al. Central auditory processing, MRI morphometry and brain laterality: applications to dyslexia. *Scand Audiol*. 1998; 49(Suppl ):26-34.

Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol*. 1970; 92: 311-24.

Ingelghem MV, Wieringen A, Wouters J, Vendenbussche E, Onghena P, Ghesquiere P. Psychophysical evidence for a general temporal processing deficit in children with dyslexia. *Cognitive Neuroscience and Neuropsychology*. 2001; 12:3603-6.

Kannan PM, Lipscomb DM. Bilateral hearing asymmetry in a large population. *J Acoust Soc Am*. 1974; 55(5):1092-1094.

Katz J, Wilde L. Desordens do processamento auditivo. In: Kats J. *Tratado de Audiologia Clínica*. 4ª Ed. São Paulo: Manole; 1999: 486-98.

Kawase T, Delgutte B, Liberman MC. Antimasking effects of the olivocochlear reflex. II. Enhancement of auditorynerve response to masked tones. *J. Neurophysiol*. 1993; 70: 2533-49.

Kelso WM, Nicholls MER, Warne GL, Zaccarin M. Cerebral lateralization and cognitive functioning in patients with congenital adrenal hyperplasia. *Neuropsychol*. 2000; 14(3):370-8.

Kimura D. Some effects of temporal-lobe damage on auditory perception. *Can J Psychol*. 1961; 15:156-65.

Kimura, D. A note on cerebral dominance in hearing. *Acta Otolaryngol*. 1963;56:617-618.

Kraus N. Auditory pathway encoding and neural plasticity in children with learning problems. *Audiol Neurotol*. 2001; 6(4): 221-227.

Kujala T, Myllyviita K, Tervaniemi M, Alho K, Kallio J, Naatanen R. Basic auditory dysfunction in dyslexia as demonstrated by brain activity measurements. *Psychology*. 2002; 37:262-266.

Kumar AU, Vanaja CS. Functioning of olivocochlear bundle and speech perception in noise. *Ear Hear*. 2004; 25(2): 142-6.

- Kumar A, Jayaram M. Auditory processing in individuals with auditory neuropathy. *Behav Brain Funct.* 2005; 1:21-28 .
- Leme VN, Carvalho RMM. Efeito da estimulação acústica contralateral nas medidas temporais das emissões otoacústicas. *Rev Cefac.* 2009; 11 (supl.1)
- Liberman CM, Kujawa SG. The olivocochlear system and protection from acoustic injury: acute and chronic effects. In: Berlin CI. *The efferent auditory system: basic science and clinical application.* San Diego: Singular Publishing Group Inc., 1999: 2-27.
- Lister JJ, Roberts RA, Shackelford J, Rogers CL. An adaptive clinical test of temporal resolution. *Am J Audiol.* 2006; 15(2):133-40.
- Ludwig J, Oliver D, Frank G, Klöcker N, Gummer AW, Fakler B. Reciprocal electromechanical properties of rat prestin: The motor molecule from rat outer hair cells. *PNAS.* 2001; 98(7): 4178-83.
- Machado AM, Claudius. *Coleção Mico Maneco.* Editora Salamandra, 1988.
- Machado LP, Pereira LD. Desordem no Processamento Auditivo Central: Sensibilizando Pais e Profissionais. In: Pereira LD, Schochat E. *Processamento Auditivo Central - Manual de Avaliação s/n.* ed. São Paulo: Lovise, 1997.
- Maison S, Micheyl C, Chays A, Collet L. Medial olivocochlear system stabilizes active cochlear micromechanical properties in humans. *Hear Res.* 1997; 113(1-2): 89-98.
- Margall SAC. A função auditiva na terapia dos distúrbios de leitura e escrita. In: Santos MTM, Navas ALG. *Distúrbio de Leitura e Escrita: teoria e prática.* São Paulo: Manole; 2002: 263 – 328.
- McCroskey RL, Kidder HC. Auditory fusion among learning disabled, reading disabled and normal children. *Journal of learning disabilities.* 1980; 13: 18-25.
- Mendonça MPC. Intervenção Fonoaudiológica nas Dificuldades de Aprendizagem Associadas às Desordens de Processamento Auditivo. In: Aquino AMCM. *Processamento Auditivo - Eletrofisiologia e Psicoacústica.* s/n. ed. São Paulo: Lovise; 2002.
- Merzenich, MM; Jenkins, WM; Johnston, P; Miller, SL; Tallal, P. Temporal processing deficits of language-learning impaired children ameliorated by training. *Science.* 1996; 271: 77-81.
- Moore BCJ. *An introduction to the psychology of hearing.* 5. ed. San Diego: Academic Press; 2003: 373.
- Moojen S. Caracterizando os transtornos de aprendizagem. In: Bassols AMS, Santis MFB, Sukiennik PB, Cristóvão PW, Fortes SD, organizadores. *Saúde mental na escola 1: uma abordagem multidisciplinar.* Porto Alegre: Mediação; 2003; 98-110.
- Muchnik C, Roth DA, Othman-Jebara R, Putter-Katz H, Shabtai EL, Hildesheimer M. Reduced medial olivocochlear bundle system function in children with auditory processing disorders. *Audiol Neurootol.* 2004; 9(2):107-114.
- Muniz LF, Roazzi A, Schochat E, Teixeira CF, Lucena JA. Avaliação da habilidade de resolução temporal, com uso do tom puro, em crianças com e sem desvio fonológico. *Rev Cefac.* 2007; 9(4):550-62.
- Murphy CFB, Schochat E. Influência de paradigmas temporais em testes de processamento temporal auditivo. *Pró-fono R Atual Cient.* 2007; 19(3):259-66.

- Musiek F, Pinheiro M. Frequency patterns in cochlear, brainstem and cerebral lesions. *Audiology*. 1987; 26:79-88.
- Musiek FE, Gollegly K M. Maturational considerations in the neuroauditory evaluation of children. In: Bess H. *Hearing impairment in children*. Maryland: York Press; 1988: 231-250.
- Musiek FE, Baran JA, Pinheiro ML. Duration pattern recognition in normal subjects and patients with cerebral and cochlear lesions. *Audiology*. 1990; 29:304-13.
- Musiek FE, Reeves AG. Asymmetries of the auditory areas of the cerebrum. *J Am Acad Audiol*. 1990;1:240-5.
- Musiek FE. Frequency (pitch) and duration pattern tests. *Journal of the American Academy of Audiology*, Burlington. 1994 Jul; 5(4): 265-3.
- Musiek FE, Smurzynski J, Borntein SP. Otoacoustic emission testing in adults: an overview. *Am J Otol*. 1994; 15 (Suppl. 1):21-8.
- Musiek FE, Berge B. A neuroscience view of auditory training/stimulation and central auditory processing disorders. In: Masters M, Stecker N, Katz J, editors. *Central auditory processing disorders: mostly management*. Boston: Allyn & Bacon. 1998; 2:15-32.
- Musiek FE, Baran JA, Schochat E. Selected management approaches to central auditory processing disorders. *Scan Audiol*. 1999; 51: 63-76.
- Musiek FE, Zaidan EP, Baran JA, Shinn JB, Jirsa RE. Assessing temporal processes in adults with LD: the GIN test. In: *Convention of American Academy of Audiology; 2004 March – April; Salt Lake City*. Annals Salt Lake City: AAA; 2004.
- Musiek FE, Shinn J, Hare C. Plasticity, auditory training, and auditory processing disorders. *Semin Hear*. 2022; 23(4): 263-76.
- Musiek FE, Shinn JB, Jirsa R, Bamiou JA et al. GIN (Gaps in Noise) Test Performance in Subjects with confirmed Central Auditory Nervous System Involvement. *Ear Hear*. 2005; 26 (6):608-18.
- Nagarajan S, Mahmcke H, Sals Tallal P, Roberts T, Merzenich MM. Cortical auditory signal processing in poor readers. *Proc Natl Acad Sci USA*. 1999; 96:6483-8.
- Neves IF, Schochat E. Maturação do processamento auditivo em crianças com e sem dificuldades escolares. *Pró-fono*. 2005; 17(3): 311-20.
- Neijenhuis KAM, Stollman MHP, Snik AFM, Broeck PVD. Development of a central test battery for adults. *Audiology*. 2001; 40(2): 69-77.
- Newmark M, Merlob P, Bresloff I, Olsha M, Attias J. Click evoked otoacoustic emissions inter aural and gender differences in newborns. *J Basic Clin Physiol Pharmacol*. 1997; 8(3):113-139.
- Panagiots GS, Fletcher JM, Sarkari S, Billingsley-Marshall R, Denton CA, Papanicolaou AC. Intensive Instruction Affects Brain Magnetic Activity Associated with Oral Word Reading in Children with Persistent Reading Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*. 2007 Jan-Feb; 40(1):37-48.
- Pereira LD, Schochat E. *Processamento Auditivo Central - Manual de Avaliação*. São Paulo: Lovise; 1997.

- Pereira LD. Sistema Auditivo e Desenvolvimento das Habilidades Auditivas. In: Ferreira L (org.). Tratado de Fonoaudiologia. São Paulo: Roca; 2004.
- Pereira LD. Avaliação e validação do processamento auditivo central. In: Lopes Filho O.(ed.). Tratado de Fonoaudiologia. 2ª ed. São Paulo: Tecmed; 2005.
- Penhune VB, Zatorre RJ, MacDonald JD, Evans AC. Interhemispheric anatomical differences in human primary auditory cortex: probabilistic mapping and volume measurement from magnetic resonance scans. *Cereb Cortex*. 1996; 6(5):661-72.
- Pestun MSV. Análise funcional discriminativa em dislexia do desenvolvimento [Dissertação]. Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas; 2002.
- Phillips DP. Neural representation of stimulus times in the primary auditory cortex. *Ann N Y Acad Sci*. 1993; 682(1):104-18.
- Phillips DP, Taylor TL, Hall SE, Carr MM, Mossop JE. Detection of silent intervals between noises activating different perceptual channels: some properties of “central” auditory gap detection. *J Acoust Soc Am*. 1997; 01(6):3694-705.
- Phillips D. Auditory gap detection, perceptual channels and temporal resolution in speech perception. *J Am Acad Audiol*. 1999; 10:343-354.
- Pinheiro ML, Musiek FE. Sequencing and temporal ordering in the auditory system. In: Pinheiro ML, Musiek FE. Assessment of central auditory dysfunction: foundations and clinical correlates. Baltimore: Williams Williams. 1985: 219-38.
- Ponton CW, Eggermont JJ, Kwong B, Don M. Maturation of human central auditory system activity: evidence from multi-channel evoked potentials. *Clin Neurophysiol*. 2000; 111(2): 220-236.
- Previc FH. A general theory concerning the prenatal origins of cerebral lateralization in humans. *Psychol Ver*. 1991; 98(3):299-334.
- Rabinovich K. Estudo do efeito de supressão nas emissões otoacústicas evocadas transientes em indivíduos com audição normal e em portadores de esclerose múltipla [Dissertação]. São Paulo(SP): Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina; 1999.
- Rance G. Auditory neuropathy/dys-synchrony and its perceptual consequences. *Trends Amplif*. 2005; 9:1-43.
- Read MA. Speech perception and the discrimination of brief auditory cues in reading disabled children. In: *Journal of Experimental Child Psychology*. 1989; 48: 270-92.
- Rotta NT, Pedrosa FS. Transtornos da linguagem-dislexia. In: Rotta NT, Ohlweiler L, Riesgo RS. Transtornos da Aprendizagem – Abordagem Neurobiológica e Multidisciplinar. Porto Alegre: Artmed; 2006:51-64.
- Russo NM, Nicol TG, Zecker SG, Hayes EA, Kraus N. Auditory training improves neural timing in the human brainstem. *Behavioral Brain Research*. 2005; 156:95-103.
- Ryan S, Kemp DT. The influence of evoking stimulus level on the neural suppression of transient evoked otoacoustic emissions. *Hear Res*. 1996; 94(1-2): 140-7.

- Sahley TL, Nodar RH, Musiek FE. Efferent Auditory System, structure and function. 1ª ed. San Diego: Singular publishing group. 1997:1-23.
- Salgado CA. Programa de remediação fonológica em escolares com dislexia do desenvolvimento [Dissertação]. Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas UNICAMP; 2005.
- Salgado CA, Programa de remediação fonológica, de leitura e escrita em crianças com dislexia do desenvolvimento [Tese – Doutorado]. Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas; 2010.
- Samelli AG, Schochat E. The gap-in-noise test: gap detection thresholds in normal hearing young adults. *Int J Audiol*. 2008a; 47(5):238-45
- Samelli AG, Schochat E. Estudo da vantagem da orelha direita em teste de detecção de gap. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2008b; 74(2) 235-40.
- Sanches SGG. Efeito de supressão das emissões otoacústicas transientes em crianças com distúrbio de processamento auditivo [Dissertação] . São Paulo (SP): Universidade de São Paulo; 2003.
- Sanches SGG, Carvallo RMM. Contralateral suppression of transient evoked otoacoustic in children with auditory processing disorders. *Audiol Neurotol*. 2006; 11:366-72.
- Santamaria VL, Leitão PB, Assencio-Ferreira VEJA. A consciência fonológica no processo de alfabetização. *Revista Cefac*. 2004; 6(3):237-41.
- Santos TMM, Barreiro FCAB. Avaliação e Intervenção Fonoaudiológica no Transtorno de Processamento Auditivo. In: Ferreira LP, Befi-Lopes DM, Limongi SLM. *Tratado de Fonoaudiologia*. São Paulo: Roca; 2005: 553-68.
- Santos MFC, Bragato RG, Martins PMF, Dias AB. Triagem auditiva em escolares de 5 a 10 anos. *Rev Cefac*, ahead of print Epub July 31. 2009
- Sauer L, Pereira LD, Ciasca SM, Pestun M, Guerreiro MM. Processamento Auditivo e Spect em Crianças com Dislexia. *Arq Neuropsiquiatr*. 2006; 64(1): 108-11.
- Schochat E, Rabelo CM, Sanfins MD. Processamento auditivo central: testes tonais de frequência e de duração em indivíduos normais de 7 a 16 anos de idade. *Pró-fono*. 2000; 12(2): 2-7.
- Schochat E. Desenvolvimento e maturação do sistema nervoso auditivo central em indivíduos de 7 a 16 anos de idade [Tese - Livre-Docência]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo; 2001.
- Shaywitz SE. Dyslexia. *New Engl J Med*. 1998;338(5):307-12.
- Shibata T, Sakashita T, Yamane H, Hashimoto C. Temporal resolution and speech recognition ability of patients with retrocochlear auditory dysfunction. *Acta Otolaryngol Suppl*. 2004; (554):30-4.
- Shinn JB. Temporal processing: the basics. *Hear J*. 2003; 56(7):52.
- Shinn JB, Chermak GD, Musiek FE. GIN (Gap in Noise) Performance in the Pediatric Population. *J Am Acad Audiol*. 2009; 20:229-238.
- Silva CS. A supressão da emissão otoacústica transiente na presença de ruído branco contralateral. [Monografia]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo -Escola Paulista de Medicina; 1997.
- Snowling MJ. *Dyslexia*. Blackwell: Oxford, 2000.
- Strehlow U, Haffner J, Bischof J, Gratzka V, Parzer P, Resch F. Does successful training of temporal

processing of sound and phoneme stimuli improve reading and spelling? *Eur. Child Adolesc. Psychiatry*. 2006; 15 (1):19 -28.

Sulakhe N, Elias LJ, Lejbak L. Hemispheric asymmetries for gap detection depend on noise type. *Brain and Cognition*. 2003; 53(2):372-5.

Swan D, Goswami U. Picture naming deficits in developmental dyslexia: the phonological representations hypothesis. *Brain and Language*. 1997; 56:334-53.

Swanson HL, Howard CB, Saéz L. Do different components of working memory underlie different subgroups of reading disabilities. *Journal of Learning Disabilities*. 2006; 39(3):252-269.

Tadros SF, Frisina ST, Mapes F, Kim S, Frisina DR, Frisina RD. Loss of peripheral right-ear advantage in age-related hearing loss. *Audiol Neurootol*. 2005; 10(1):44-52.

Talbot JB, Witton C, McLean MF, Hansen PC, Rees A, Green GGR, Stein JF. Dynamic sensory sensitivity and children's word decoding skills. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2000; 97:2952-7.

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

Tallal P. et al. Language learning impairments: integrating basic science, technology, and remediation. *Experimental Brain Research*. 1998 Nov; 123(1-2):210-219.

Tallal P, Miller S, Fitch RH. Neurobiological basis of speech: a case for the preeminence of temporal processing. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1993; 682:27-47.

Tallal P. Language learning disabilities/ integrating research approaches. *Current directions in psychological science*, 2003; 12.

Temple E, Deutsch Gk, Pldrack RA, Miller SI, Tallal P, Merzenich NM, Gabrieli JDE. Neural deficits in children with dyslexia ameliorated by behavioral remediation: evidence from functional MRI. *Proceedings of the national academy of sciences*. 2003; 100:2860-5.

Ulman, MT. The declarative/procedural model of lexicon and grammar. *J Psycholinguistic Res*. 2001; 30: 37-69.

Ventriglio PR. Estudo do processamento auditivo temporal de crianças com desvio fonológico. [Dissertação]. São Paulo (SP): Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2005.

Waber DP, Weiter MD, Wolff PH, Marcus DJ, Ariel R, Forbes P, Wypij D. Processing of rapid auditory stimuli in school-age children referred for evaluation of learning disorders. *Child Development*. 2007; 71 (1), 37-49.

Warr WB. Efferent components of the auditory system. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1980; 89:114-20.

Watson CS. Temporal acuity and the identification of temporal order: related, but distinct, auditory abilities. *Semin Hear*. 2004; 25(3):219-27.

Wright A, Davis A, Bredberg G, Ulehlova L, Spencer H. Hair cell distributions in the normal human cochlea. A report of a European working group. *Acta Otolaryngol*. 1987; 436:15-24.

Wright BA, Buonomano DV, Mahncke HW, Merzenich MM. Learning and generalization of auditory temporal-interval discrimination in humans. *The journal of neuroscience*. 1997; 17(10): 3956-63.



**ANEXO I**  
**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

Avaliação do Processamento Auditivo

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Identificação**

Nome do aluno: \_\_\_\_\_ Sexo: ( ) M ( ) F

Idade: \_\_\_\_\_ Escolaridade: \_\_\_\_\_

Nome do(a) professor(a) responsável: \_\_\_\_\_

*Caro (a) Professor (a),*

*Por favor, responda as perguntas abaixo com atenção. Em caso de dúvidas, entre em contato para qualquer esclarecimento.*

	Sim	Não
O aluno é participativo?	( )	( )
O aluno possui bom rendimento escolar?	( )	( )
O aluno é atento e concentra-se nas atividades?	( )	( )
O aluno privilegia alguma matéria?	( )	( )
Se SIM, qual? _____		
O aluno tem bom comportamento na escola?	( )	( )
O aluno interage com outras crianças/adultos?	( )	( )
O aluno possui trocas na escrita ou na fala?	( )	( )
Você percebe indícios de alterações respiratórias e/ou auditivas?	( )	( )

Observações: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**DADOS SOBRE A PESQUISA DE MESTRADO**

TÍTULO: *Estudo do Processamento Auditivo e da Supressão das Emissões Otoacústicas em Crianças com Dislexia*

PESQUISADORA: **MARINA BELLONI**

PROFISSÃO: **FONOAUDIÓLOGA**

INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL DE FONOAUDIOLOGIA : **15944**

CONTATO: 35218813 (Clínica de Fonoaudiologia da Unicamp) ou 81230998 (Marina)



**ANEXO II**  
**CARTA DE PARTICIPAÇÃO**

**Senhores Pais,**

Por favor, leiam atentamente esta carta. Trata-se de um convite para a colaboração de seu (a) filho (a) em um projeto de mestrado da UNICAMP. Sua participação é  muito importante.

**I. DADOS SOBRE A PESQUISA**

**TÍTULO:** ESTUDO DO PROCESSAMENTO AUDITIVO E DA SUPRESSÃO DAS EMISSÕES OTOACÚSTICAS EM CRIANÇAS COM DISLEXIA

**PESQUISADORA:** MARINA BELLONI

**PROFISSÃO:** FONOAUDIÓLOGA  **Conselho Regional :** Inscrição nº 15.944

**II. INFORMAÇÕES AOS PAIS**

Trata-se de uma pesquisa de mestrado, e tem como objetivo conhecer o processamento auditivo de crianças com e sem dificuldades na escola, ou seja, como elas entendem e interpretam os sons que estão ouvindo, se possuem atenção, memória e se conseguem entender em ambiente com barulho. A pesquisa poderá ajudar no conhecimento a respeito do processamento auditivo de crianças com dislexia e com dificuldades em processar os sons, possibilitando a orientação e intervenção adequadas nesses casos. Seu filho(a) participará do grupo que possui bom desempenho escolar.

Para o estudo, será realizada uma avaliação completa da audição em seu filho(a). **NENHUM** destes testes causará dor ou desconforto e **NÃO** há risco para a saúde. A avaliação **NÃO** possui nenhum custo. Ela será realizada na clínica de Fonoaudiologia da UNICAMP e seu filho terá que comparecer apenas uma vez para realizá-la.

**III. DADOS DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE DÚVIDAS :**

Aluna: Marina Belloni – (19) 81230998

Maria Francisca Colella dos Santos (Professora Responsável)

Telefone: 35219083 (Clínica de Fonoaudiologia da UNICAMP)

35218936 (Comitê de Ética em Pesquisa – FCM / UNICAMP)

**Caso o senhor aceite em colaborar, preencha e DEVOLVA a carta com os dados abaixo para que a pesquisadora entre em contato:**

Nome Pai: \_\_\_\_\_

Nome Mãe: \_\_\_\_\_

Nome da criança: \_\_\_\_\_

**TELEFONE :** \_\_\_\_\_

**IV- CONSENTIMENTO PÓS ESCLARECIDO**

Declaro que, após esclarecido pela pesquisadora e ter entendido o que me foi explicado, aceito levar meu filho para participar deste estudo.

Campinas, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura do responsável

\_\_\_\_\_  
Assinatura e carimbo do pesquisador

### ANEXO III – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, Marina Belloni, aluna do Mestrado do Programa Saúde da Criança e do Adolescente, Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas-SP, estou desenvolvendo a pesquisa intitulada “Estudo do Processamento Auditivo e da Supressão das Emissões Otoacústicas em Crianças com Dislexia”. Para isso, gostaria de pedir sua autorização para realizar alguns exames em seu filho(a). São exames para sabermos se seu filho(a) ouve bem, e caso haja algum problema de ouvido, vamos encaminhá-lo (a) para um especialista. Caso seja necessário, ele fará o acompanhamento e o tratamento o mais rápido possível. Trata-se de um projeto de pesquisa que tem como objetivo conhecer como crianças com e sem dificuldades na escola entendem e interpretam os sons que estão ouvindo, por exemplo, se possuem atenção, memória e se conseguem entender em ambiente com barulho. A avaliação é feita em duas sessões para a criança não ficar muito cansada e isto não atrapalhar suas respostas. Se a criança participar de terapia fonoaudiológica de outra pesquisa na Unicamp, poderá ser convocada para nova avaliação auditiva.

Os exames serão feitos por mim, são simples e não doem. Serão aplicados alguns testes para sabermos se a criança ouve bem e outros para avaliar as habilidades auditivas. Nestes procedimentos, a criança deverá responder para os estímulos de acordo com as instruções dadas pela avaliadora. Serão realizados com fones de ouvido e em cabina acústica.

É importante que o(a) senhor(a) saiba que tem todo o direito de aceitar ou não que nós façamos esses exames, e que isso não muda em nada no tratamento que está recebendo. Caso o(a) senhor(a) aceite, queremos saiba que seja qual for o resultado do exame, nós lhe daremos o resultado por escrito, com as devidas orientações, e que se esse resultado for publicado em algum trabalho ou revista médica, o nome da criança será mantido em sigilo. Vale ressaltar que, em nenhum momento, o indivíduo sentirá desconforto ou dor.

Recebi uma cópia deste termo de consentimento e acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes.

Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades, prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste serviço.

Nome da Criança : \_\_\_\_\_

Nome do Responsável: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Profª Drª Maria Francisca Colella dos Santos

\_\_\_\_\_  
Fga. Marina Belloni

Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126 – Campinas/SP - CEP: 13048-971.

Telefones: (19) 3521.8801

Comitê de Ética em Pesquisa - Telefone: (19) 35218936

## ANEXO IV – ANAMNESE



UNICAMP

### Universidade Estadual de Campinas

#### 1. Identificação

Nome: \_\_\_\_\_ Sexo: ( )M ( )F  
Data de Nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Escolaridade: \_\_\_\_\_  
Nome do responsável/informante: \_\_\_\_\_  
Endereço: \_\_\_\_\_  
Telefone: ( ) \_\_\_\_\_ Encaminhado por: \_\_\_\_\_

#### 2. Anamnese

Queixa: \_\_\_\_\_

	Sim	Não
Escuta bem em ambiente silencioso	( )	( )
Escuta bem em ambiente ruidoso	( )	( )
Localiza o som	( )	( )
Desatento	( )	( )
Agitado	( )	( )
Muito quieto	( )	( )
Compreende bem a conversação? ( ) Sim ( ) Não		

Em que situação a conversação é mais difícil?

- ( ) ambiente silencioso ( ) com um interlocutor  
( ) ambiente ruidoso ( ) grupo  
( ) oscila independente do ambiente

Apresenta alguma dificuldade em:

Fala: ( ) Sim ( ) Não Qual? \_\_\_\_\_

Escrita: ( ) Sim ( ) Não Qual? \_\_\_\_\_

Leitura: ( ) Sim ( ) Não Qual? \_\_\_\_\_

Outras: \_\_\_\_\_

Aquisição de fala: \_\_\_\_\_

Andar: \_\_\_\_\_

Dificuldade no aprendizado da leitura: \_\_\_\_\_

Dificuldade no aprendizado da escrita: \_\_\_\_\_

Apresentou repetência escolar: \_\_\_\_\_

Tem boa memória? ( ) Sim ( ) Não

Para: ( ) Nomes ( ) Lugares ( ) Situações

Está em tratamento médico? ( ) Sim ( ) Não Por que? \_\_\_\_\_

Toma algum medicamento? ( ) Sim ( ) Não Qual e por que? \_\_\_\_\_

Episódios de otite, dor de ouvido (principalmente nos primeiros anos de vida):

( ) Sim ( ) Não

Outras doenças: \_\_\_\_\_

## ANEXO V – AVALIAÇÃO AUDIOLÓGICA BÁSICA



**Universidade Estadual de Campinas**

### Avaliação Audiológica Básica

Nome: \_\_\_\_\_  
 Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

DN: \_\_\_\_\_

A) Metoscopia: - com obstrução ( )    **OD** ( )    **OE** ( )  
 - sem obstrução ( )

B) Audiometria:

	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	6000 Hz	8000 Hz
<b>OD</b>								
<b>OE</b>								

C) Limiar de Reconhecimento de Fala (LRF):

**OD**= \_\_\_\_\_

**OE**= \_\_\_\_\_

D) Medidas de Imitação Acústica

Timpanometria: **OD**= Compliância: \_\_\_\_\_ Pressão: \_\_\_\_\_

**OE**= Compliância: \_\_\_\_\_ Pressão: \_\_\_\_\_

Reflexos Acústicos:

Hz	<b>OD</b>				<b>OE</b>			
	Limiar	Contra	Dif.	Ipsi	Limiar	Contra	Dif	Ipsi
<b>500</b>								
<b>1000</b>								
<b>2000</b>								
<b>3000</b>								
<b>4000</b>								

## ANEXO VI - AVALIAÇÃO DO PROCESSAMENTO AUDITIVO

1. Teste de Localização Sonora:

	Direita	Esquerda	Frente	Atrás	Em cima
Sim					
Não					

Acertos: 5/5 ( )    4/5 ( )    3/5 ( )    2/5 ( )    1/5 ( )    0/5 ( )

3. Teste de Memória Seqüencial para Sons Não-Verbais:

				Sim	Não
Guizo	Sino	Coco	(Agogô)		
Sino	Guizo	(Agogô)	Coco		
(Agogô)	Coco	Guizo	Sino		

Acertos: 3/3 ( )    2/3 ( )    1/3 ( )    0/3 ( )

4. Teste de Memória Seqüencial para Sons Verbais:

	PA TA CA FA	TA FA PA CA	CA TA FA PA
Sim			
Não			

Acertos: 3/3 ( )    2/3 ( )    1/3 ( )    0/3 ( )

4. *Teste Dicótico de Dígitos*

<b>OD</b>				<b>OE</b>			
5	4	8	7	5	4	8	7
4	8	9	7	4	8	9	7
5	9	8	4	5	9	8	4
7	4	5	9	7	4	5	9
9	8	7	5	9	8	7	5
5	7	9	5	5	7	9	5
5	8	9	4	5	8	9	4
4	5	8	9	4	5	8	9
4	9	7	8	4	9	7	8
9	5	4	8	9	5	4	8
4	7	8	5	4	7	8	5
8	5	4	7	8	5	4	7
8	9	7	4	8	9	7	4
7	9	5	8	7	9	5	8
9	7	4	5	9	7	4	5
7	8	5	4	7	8	5	4
7	5	9	8	7	5	9	8
8	7	4	9	8	7	4	9
9	4	5	7	9	4	5	7
8	4	7	9	8	4	7	9

Acertos: OD \_\_\_\_\_ %    OE \_\_\_\_\_

5. Teste de Padrão de Duração

	OD	N		OE	N
1	LLC			CLL	
2	LCC			LCC	
3	CCL			CCL	
4	CLL			LCL	
5	CCL			LLC	
6	LCC			CLL	
7	CLL			LCC	
8	LCL			CLL	
9	LCC			CLC	
10	LLC			CCL	
11	LCC			LCC	
12	CLC			LLC	
13	LLC			CLL	
14	LLC			LCL	
15	CCL			LCC	
16	CLL			LCL	
17	CLC			CLC	
18	LLC			CLC	
19	LLC			CCL	
20	LCL			CCL	
21	CCL			CLC	
22	LCC			LCL	
23	CLC			LCL	
24	LCL			CLC	
25	CLC			LLC	
26	CCL			LCC	
27	CLC			LCL	
28	CCL			LCC	
29	CLC			CLL	
30	LCL			CLL	

Nomeação: OD \_\_\_\_\_% OE \_\_\_\_\_%

6. Teste de Padrão de Frequência

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

Nomeação: OD \_\_\_\_\_% OE \_\_\_\_\_%

Nome: \_\_\_\_\_ D.A.: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
DN: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Folha de registro – GIN (Gap in noise) – Musiek, 2003**

**Orientação ao paciente:** “Você vai ouvir um ruído e, dentro deste ruído, existirão *gaps* onde o ruído estará ausente. Os *gaps* irão variar em comprimento e você deverá ouvir com atenção, pois alguns deles serão extremamente pequenos. Ocasionalmente, não existirão *gaps*. Você deverá indicar toda vez que ouvir um *gap* (apertando o botão de resposta)”.

Orelha testada: OD e OE (5 em cada)

1) Prática: Faixa 2 – Monoaural – 50 dBNS

Prática	Posição do <i>gap</i> (ms)	Duração do <i>gap</i> (ms)
1	1865.1	15
	2838.1	5
	3454.4	20
2	643.7	8
	1871.2	8
	4353.1	5
3	2961.4	5
4	2314.6	15
5	1205.5	5
	4387.9	10
	5436.2	10
6	1049.6	20
	2925.7	8
	4197.4	8
7	972.1	10
	3729.8	10
8		
9	1099.6	20
	3698.4	15
	4781.5	15
10	4250.0	20

- Obs: 1) Marcar com um risco a duração do *gap* não percebido;  
2) Falsos positivos devem ser anotados: (marcados com )

Orelha testada: ( ) OD ( ) OE

2) Faixa-teste 1: Faixa 3 – Monoaural – 50 dBNS

Teste 1	Posição do gap (ms)	Duração do gap (ms)
1	1337.3	15
	3870.3	2
	5277.3	5
2	1303.2	15
3	2862.4	6
	4491.8	10
4	1145.4	6
	3449.6	20
	4319.3	6
5	4466.0	4
6	1389.5	12
7	2799.7	3
	3421.8	4
8	1757.1	10
	2875.5	10
9	2863.4	5
10		
11	2727.5	6
	4205.0	12
	5011.1	12
12	4014.1	6
13	2304.8	15
14	1597.2	5
15	2032.1	3
	4564.7	6
16	1000.8	2
	2613.4	3
	4190.7	20
17		
18	1268.9	5
	1977.2	4

Teste 1	Posição do gap (ms)	Duração do gap (ms)
19	1193.7	10
20	726.3	2
21	4595.4	5
22	4024.6	8
	5174.2	20
23	500.5	12
	4837.5	10
24	2196.3	8
25	2006.8	20
	3349.4	2
26	1520.3	3
	5491.9	2
27	1955.9	5
	3194.0	15
28	1056.3	2
	3190.6	20
	4358.1	8
29	1338.3	3
	3802.5	4
30	884.3	3
	2150.3	15
	3386.4	20
31	4199.3	4
32	3047.4	4
	5322.9	10
33	1812.0	15
	2793.5	8
34	1564.4	8
	2255.5	8
35	1118.5	12
	2613.0	12

Escore para Faixa-teste 1:

Limiar	2 ms	3 ms	4 ms	5 ms	6 ms	8 ms	10 ms	12 ms	15 ms	20 ms	Total
Acertos	/6	/6	/6	/6	/6	/6	/6	/6	/6	/6	/60
%											

0/6 = 0%, 1/6 = 16,66%, 2/6 = 33,33%, 3/6 = 50%, 4/6 = 66,66%, 5/6 = 83,33%, 6/6 = 100%

Orelha testada: ( ) OD ( ) OE

3) Faixa-teste 2: Faixa 4 – Monoaural – 50 dBNS

Teste 2	Posição do gap (ms)	Duração do gap (ms)
1	2230.0	2
	3571.3	10
2		
3	4380.2	15
4	1985.9	3
	3014.2	6
	3745.9	2
5	2433.6	12
	5033.8	20
6	1308.9	12
	1865.4	4
	2681.0	12
7	1019.9	10
	4179.4	15
	5469.4	8
8	1275.5	10
	2944.7	2
	4918.3	10
9	872.4	10
	1460.8	15
	4869.5	15
10	3558.8	2
11	753.1	4
	1298.7	3
12	2202.5	2
13	1546.5	15
	2924.6	4
	5014.3	4
14	718.7	10
	2498.6	4
	4546.5	20
15	820.5	6
	1675.9	15

Teste 2	Posição do gap (ms)	Duração do gap (ms)
16		
17	3726.3	3
18	1509.1	2
	4759.5	3
19	1125.4	5
20	684.5	3
	2673.1	12
	3425.0	3
21	4238.4	8
22	3216.0	20
23	774.2	5
	3276.4	12
	4923.4	4
24	520.9	5
	2799.5	5
25	1840.3	8
26	1209.1	5
	5376.2	6
27	510.1	5
	2549.9	20
	4399.3	6
28	624.9	6
	2737.8	12
	4108.1	20
29	1319.7	20
30	711.7	8
	4386.1	6
31	2698.9	8
32	1501.8	8

Escore para Faixa-teste 2:

Limiar	2 ms	3 ms	4 ms	5 ms	6 ms	8 ms	10 ms	12 ms	15 ms	20 ms	Total
Acertos	/6	/6	/6	/6	/6	/6	/6	/6	/6	/6	/60
%											

0/6 = 0%, 1/6 = 16,66%, 2/6 = 33,33%, 3/6 = 50%, 4/6 = 66,66%, 5/6 = 83,33%, 6/6 = 100%

## ANEXO VII – SUPRESSÃO DAS EMISSÕES OTOACÚSTICAS



**Universidade Estadual de Campinas**

Nome: \_\_\_\_\_

DN: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

ID: \_\_\_\_\_

EOA transientes:

*Orelha direita*

**Com supressão**

Freq (KHz)	Signal (dBNPS)	Noise (dBNPS)	SNR (dB)
1.0			
1.4			
2.0			
2.8			
4.0			

**Sem supressão**

Freq (KHz)	Signal (dBNPS)	Noise (dBNPS)	SNR (dB)
1.0			
1.4			
2.0			
2.8			
4.0			

Resposta Total OAE =

Total ruído=

Reprodutibilidade=

Estabilidade=

*Orelha esquerda*

**Com supressão**

Freq (KHz)	Signal (dBNPS)	Noise (dBNPS)	SNR (dB)
1.0			
1.4			
2.0			
2.8			
4.0			

**Sem supressão**

Freq (KHz)	Signal (dBNPS)	Noise (dBNPS)	SNR (dB)
1.0			
1.4			
2.0			
2.8			
4.0			

Resposta Total OAE =

Total ruído=

Reprodutibilidade=

Estabilidade=