Maria Vanderléia Araujo Maximiano

Potenciais evocados auditivos de longa latência em crianças com alterações de leitura e escrita

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

Programa de Ciências da Reabilitação

Orientadora: Profa. Dra. Carla Gentile Matas

São Paulo

2022

Maria Vanderléia Araujo Maximiano

Potenciais evocados auditivos de longa latência em crianças com alterações de leitura e escrita

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

Programa de Ciências da Reabilitação

Orientadora: Profa. Dra. Carla Gentile Matas

São Paulo

2022

Ficha catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

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

©reprodução autorizada pelo autor

Maximiano, Maria Vanderléia Araujo
Potenciais evocados auditivos de longa latência em crianças com alterações de leitura e escrita / Maria Vanderléia Araujo Maximiano. -- São Paulo, 2022.
Dissertação(mestrado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Programa de Ciências da Reabilitação.
Orientadora: Carla Gentile Matas.

Descritores: 1.Criança 2.Aprendizagem 3.Potenciais evocados auditivos 4.Percepção auditiva 5.Cognição 6.Eletrofisiologia

USP/FM/DBD-056/22

Responsável: Erinalva da Conceição Batista, CRB-8 6755

Dedicatória

Aos meus pais Manuel Vanderley Pinho Araujo e Iracema Matos de Almeida Araujo pelo amor, carinho, dedicação e apoio incondicional em todas as decisões.

Ao meu esposo Carlos Rodrigo Maximiano por todo o amor, compreensão, apoio e por estar sempre ao meu lado.

Aos meus filhos Davi Araujo Maximiano e Beatriz Araujo Maximiano, luzes da minha vida e sentido da minha existência, pelo amor e por todos os momentos de alegria.

Agradecimentos

A Deus pela sua benção durante todos os momentos, sem Ele nada seria possível;

À Profa. Dra. Carla Gentile Matas pela orientação, pela confiança em mim depositada, pelos conhecimentos compartilhados e pela amizade;

À Universidade de São Paulo por todo apoio que dá a seu aluno, acolhendo-o e aos funcionários que tornam isso possível.

Aos funcionários do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional que fazem com que tudo funcione muito bem.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela confiança no projeto.

Aos professores da graduação e da pós-graduação que tanto contribuíram para a minha formação e carreira científica.

Às Dras. Alessandra Giannella Samelli, Yara Aparecida Bohlsen e Seisse Gabriela Gandolfi Sanches pelas valiosas colaborações no exame de qualificação.

Às Dras. Ivone Ferreira Neves-Lobo e Luciene Stivanin Rodrigues e à Ms. Ana Luiza Dias Piovezana pela ajuda prestada e pela agradável convivência.

Aos colegas pós-graduandos Mariana, Clayton, Gabriela, Liliane, Jacqueline, Fernanda pela colaboração e amizade.

Ao André e à sua esposa Michelle pela amizade de tantos anos.

Aos meus familiares pelo apoio nesta conquista.

Aos pacientes e seus familiares pela colaboração e participação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001- cujo apoio possibilitou a realização do presente trabalho.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta dissertação, meus mais sinceros agradecimentos.

Normatização adotada

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

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver). Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3a ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

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

Sumário

Lista de Abreviaturas

Lista de Siglas

Lista de Tabelas

Lista de Quadros

Lista de Figuras

Resumo

Abstract

1 INTRODUÇÃO 1

2 OBJETIVOS 7

2.1 Objetivo Geral 7

2.2 Objetivos Específicos 7

3 REVISÃO DA LITERATURA 8

3.1 Distúrbios de aprendizagem 8

3.2 Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência 13

3.3 Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência em crianças com distúrbios de aprendizagem e alterações de leitura e escrita 21

4 MÉTODOS 29

4.1 Casuística 29

4.2 Materiais 33

4.3 Procedimentos 33

4.3.1 Avaliação audiológica 34

4.3.2 Avaliação dos PEALL 36

4.3.3 Avaliação fonoaudiológica de leitura e escrita 37

5 RESULTADOS 41
5.1 Análise comparativa dos valores de latência dos PEALL com os estímulos *Tone Burst* e Fala entre GE e GC 42
5.2 Análise comparativa dos valores de latência entre *Tone Burst* e Fala no GE e GC 49
5.3 Análise comparativa dos valores de amplitude dos PEALL com os estímulos *Tone Burst* e Fala entre GE e GC 50
5.4 Análise comparativa dos valores de amplitude entre *Tone Burst* e Fala no GE e GC 55
6 DISCUSSÃO 57
6.1 Estudo da amostra em relação ao gênero e à idade 57
6.2 Estudo dos PEALL com relação aos valores de latência para *Tone Burst* e Fala 60
6.3 Estudo comparativo dos valores de latência do PEALL entre *Tone Burst* e Fala 71
6.4 Estudo dos PEALL com relação aos valores amplitude para *Tone Burst* e Fala 73
6.5 Estudo comparativo dos valores de amplitude do PEALL entre *Tone Burst* e Fala para 78
COMENTÁRIOS FINAIS 81
7 CONCLUSÃO 83
8 ANEXOS 84
9 REFERÊNCIAS 93

LISTAS DE ABREVIATURAS

DSM	*Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*
DT	Desenvolvimento Típico
FMUSP	Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
GC	Grupo Controle
GE	Grupo Estudo
IHS	*Intelligent Hearing Systems*
IRF	Índice de Reconhecimento de Fala
LRF	Limiar de Reconhecimento de Fala
N1	Componente negativo do PEALL que surge entre 83 a 135 ms
N2	Componente negativo do PEALL que surge ao redor de 200 ms
OD	Orelha Direita
OE	Orelha Esquerda
P1	Componente positivo do PEALL que surge entre 54 a 75 ms
P2	Componente positivo do PEALL que surge entre 137 a 194 ms
P300	Componente positivo do PEALL que surge ao redor de 300 ms
PEA	Potencial Evocado Auditivo
PEAC	Potencial Evocado Auditivo Cortical
PEALL	Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência
SNAC	Sistema Nervoso Auditivo Central
TALE	Termo de Assentimento Livre Esclarecido
TB	*Tone Burst*
TCLE	Termo de Consentimento Livre Esclarecido

LISTA DE SIGLAS

dBNA	Decibel Nível de Audição
dBnNA	Decibel Nível de Audição Normalizado
et al.	Entre outros
Hz	Hertz
KHz	Kilo Hertz
KOhms	Kilo Ohms
µV	Microvolts
ms	Milissegundos

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização da amostra em relação ao gênero e à idade no Grupo Estudo e no Grupo Controle. 41

Tabela 2 - Comparação dos valores médios de latência (ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo TB, por orelha, no GE. 43

Tabela 3 - Comparação dos valores médios de latência (ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo TB, por orelha, no GC. 44

Tabela 4 - Comparação dos valores médios de latência (ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo de Fala, por orelha, no GE. 46

Tabela 5 - Comparação dos valores médios de latência (ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo de Fala, por orelha, no GC. 47

Tabela 6 - Comparação dos valores médios das amplitudes (µV) P1-N1, P2-N2 e N2-P300 dos PEALL com estímulo TB, por orelha, no GE. 50

Tabela 7 - Comparação dos valores médios das amplitudes (µV) P1-N1, P2-N2 e N2-P300 dos PEALL com estímulo TB, por orelha, no GC. 51

Tabela 8 - Comparação dos valores médios das amplitudes (µV) P1-N1, P2-N2 e N2-P300 dos PEALL com estímulo de Fala, por orelha, no GE. 53

Tabela 9 - Comparação dos valores médios das amplitudes (µV) P1-N1, P2-N2 e N2-P300 dos PEALL com estímulo de Fala, por orelha, no GC. 53

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Parâmetros de normalidade referente às latências dos componentes dos PEALL para crianças de cinco a 12 anos de idade (McPherson, 1996). 18

Quadro 2 - Resumo dos resultados obtidos nos PEALL com estímulos Tone Burst e Fala. 56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Figura esquemática dos componentes dos Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência. 14

Figura 2 – Constituição da Amostra do GE e do GC. 32

Figura 3 - Fluxograma dos procedimentos do estudo. 34

Figura 4 - Comparação dos valores médios de latência (ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo TB no GE e GC. 45

Figura 5 - Comparação dos valores médios de latência (ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo de Fala no GE e GC. 48

Figura 6 - Comparação dos valores médios de latência (ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL entre os estímulos Tone Burst e Fala no GE e GC. 49

Figura 7 - Comparação dos valores médios das amplitudes (µV) P1-N1, P2-N2 e N2-P300 dos PEALL com estímulo Tone Burst no GE e GC. 52

Figura 8 - Comparação dos valores médios das amplitudes (µV) P1-N1, P2-N2 e N2-P300 dos PEALL com estímulo de Fala no GE e GC. 54

Figura 9 - Comparação dos valores médios das amplitudes (µV) P1-N1, P2-N2 e N2-P300 dos PEALL entre os estímulos Tone Burst e Fala no GE e GC. 55

Resumo

Maximiano MVA. *Potenciais evocados auditivos de longa latência em crianças com alterações de leitura e escrita* [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2022.

INTRODUÇÃO: A realização dos Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL) é relevante em crianças com alterações de linguagem, pois avalia componentes exógenos (P1, N1 e P2) relacionados ao processamento acústico sensorial, e componente cognitivo (N2 e P300), o qual reflete a atividade cortical às habilidades de discriminação, integração e atenção. Desta forma, verificar o processamento de diferentes estímulos acústicos em crianças com alterações de leitura e escrita pode contribuir para identificação precoce e intervenção efetiva. OBJETIVO: Analisar os componentes sensoriais e cognitivos dos PEALL com estímulos *Tone Burst* e Fala em crianças com alterações de leitura e escrita (grupo estudo – GE) e compará-los com o grupo controle (GC). MÉTODO: Participaram deste estudo 40 crianças, com idades entre 8 e 11 anos, sendo 20 crianças com alteração de leitura e escrita (GE) e 20 crianças com desenvolvimento típico (GC) pareadas por idade, sexo e escolaridade. Todos os participantes apresentavam limiares auditivos dentro da normalidade e na avaliação neuropsicológica obtiveram índice de QI maior que 80. Os PEALL foram realizados com estímulos *Tone Burst* (1000 Hz - frequente e 2000 Hz - raro) e de Fala (/ba/ - frequente e /da/ - raro). RESULTADOS: Os valores médios de latência de todos os componentes foram maiores no GE do que no GC para o TB, mas não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes na comparação entre os grupos. Para o estímulo de Fala, foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre GE e GC apenas para o componente P300, sendo que o GE apresentou maiores valores de latência quando comparados com o GC. Com relação aos valores de amplitude, o GE apresentou menores valores do que o GC em todos os componentes para o TB, mas não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes na comparação entre os grupos; foi observada diferença estatisticamente significante para os valores médios de amplitude apenas do componente N2-P300 com estímulo de Fala sendo que o GE apresentou respostas menores que o GC. CONCLUSÃO: O presente estudo sugere a presença de alterações na percepção da informação auditiva em crianças com alterações de leitura e escrita identificadas por meio do PEALL, podendo indicar prejuízo da integração da área de associação auditiva com as áreas corticais e subcorticais do sistema nervoso auditivo central.

Descritores: Criança; Aprendizagem; Potenciais Evocados Auditivos; Percepção Auditiva; Cognição; Eletrofisiologia.

Abstract

Maximiano MVA. *Long latency auditory evoked potentials in children with reading and writing disorders* [dissertation]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2022.

INTRODUCTION: Long Latency Auditory Evoked Potentials (LLAEP) are relevant in children with language disorders because they have exogenous components (P1, N1 and P2) related to sensory acoustic processing, and the cognitive component (N2 and P300), which reflects cortical activity involved in discrimination, integration and attention skills. Verify the processing of different acoustic stimuli in children with reading and writing disorders can contribute to early identification and effective intervention. OBJECTIVE: To analyze the sensory and cognitive components of LLAEP with *Tone Burst* and Speech stimuli in children with reading and writing disorders (study group – SG) and compare them with the control group (CG). METHOD: 40 children participated in this study, aged between 8 and 11 years, being 20 children with reading and writing disorders (SG) and 20 children with typical development (CG) matched by age, sex and schooling. All participants had normal hearing thresholds and in the neuropsychological assessment they had an IQ index greater than 80. LLAEP were performed with stimuli *Tone Burst* (1000 Hz - frequent and 2000 Hz - rare) and Speech (/ba/ - frequent and /da/ - rare). RESULTS: Mean latency values for all components were higher in the SG than in the CG for TB, but no statistically significant differences were found when comparing the groups. For the Speech stimulus, statistically significant differences were found between SG and CG only for the P300 component, and the SG had higher latency values when compared to the CG. Regarding amplitude values, the SG had lower values than the CG in all components for the TB, but no statistically significant differences were found when comparing the groups; a statistically significant difference was observed for the mean values of amplitude only for the N2-P300 component with Speech stimulus, with the SG showing lower responses than the CG. CONCLUSION: The present study suggests the presence of alterations in the perception of auditory information in children with reading and writing disorders identified by LLAEP, which may indicate impaired integration of the auditory association area with the cortical and subcortical areas of the central auditory nervous system.

Descriptors: Child; Learning; Evoked potentials, auditory; Auditory Perception; Cognition; Electrophysiology.

1 INTRODUÇÃO

A dificuldade de aprendizagem é identificada no ingresso da criança na escola. O educando deve cumprir tarefas do desenvolvimento, como adquirir competências nas relações interpessoais, aprender a ler e a escrever. A vivência de situações de baixo rendimento escolar gera sentimentos como baixa autoestima, influencia na capacidade produtiva, na aceitação pelos pares etários e familiares e em outras áreas do desenvolvimento (Elias, 2003). Nesse sentido, a inserção da criança na escola é de suma importância por concentrar grandes desafios do desenvolvimento e a ocorrência de dificuldades de aprendizagem pode trazer consequências negativas no futuro.

Do ponto de vista orgânico, as dificuldades de aprendizagem são consideradas distúrbios neurológicos que interferem na recepção, integração ou expressão de informação e são manifestadas por dificuldades significativas na aquisição e uso da audição, fala, leitura, escrita, raciocínio, habilidades matemáticas ou habilidades sociais (Correia e Martins, 2005).

O Manual Diagnóstico Estatístico de Transtornos Mentais - DSM IV (1994) estabelece que são considerados transtornos de aprendizagem resultados do indivíduo substancialmente abaixo do esperado para a sua idade, escolaridade e nível de inteligência em testes padronizados de leitura, matemática ou expressão escrita. Por sua vez, a Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde - CID 10 (1993) denomina dificuldade de aprendizagem transtornos nos quais as modalidades habituais de aprendizado estão alteradas desde as primeiras etapas do desenvolvimento.

Os distúrbios de leitura e escrita são manifestações relacionadas com desenvolvimento da linguagem, que se caracterizam pela dificuldade na aquisição e/ou no desenvolvimento da linguagem escrita por crianças que apresentam déficits tanto de decodificação fonológica como de compreensão da linguagem oral e/ou escrita. Embora a manifestação seja mais evidente durante o aprendizado da leitura e da escrita, alguns sinais de dificuldades mais amplas de linguagem podem aparecer já nos anos pré-escolares, como vocabulário pobre, uso inadequado da gramática e problemas no processamento fonológico (Santos e Navas, 2004).

O processo de aprendizagem é consciente e ocorre por meio de processos formais de ensino. Portanto, a linguagem escrita não é uma herança biológica, mas produto da cultura, aprendida e mediada por adultos em situação formal. Desta forma, há diversos fatores que podem interferir na aquisição e desenvolvimento da linguagem escrita. As alterações de leitura e escrita podem ter origem no ambiente familiar em decorrência da ausência de estímulos ou de fornecimento de modelos compatíveis com aqueles utilizados pela escola, somados os fatores socioculturais e econômicos (Cruz et al., 2011).

O aprendizado da leitura e da escrita depende de muitos fatores, de condições internas e externas ligadas ao desenvolvimento. As condições internas propiciam a percepção de estímulos e possibilitam uma resposta adequada (Silva et al., 1999). A criança com alterações de leitura e escrita demonstra certas dificuldades perceptivas quanto à identificação, discriminação e interpretação de estímulos. Os processos primários de

percepção sensorial parecem apresentar alterações que podem repercutir em dificuldades quanto à leitura, à escrita e ao cálculo (Lucca et al., 2008).

As dificuldades de leitura implicam numa falha na compreensão do material escrito. O reconhecimento é o processo mais básico, já que o reconhecimento de uma palavra é prévio à sua compreensão. As dificuldades de aprendizagem na escrita podem se manifestar por inversão, transposição e substituição de letras, erros na conversão símbolo-som, entre outros. Essas dificuldades podem se manifestar em áreas distintas como soletrar ou escrever uma palavra ditada. A escrita e a leitura consistem em um conjunto de habilidades complexas, cujo processo requer que o indivíduo opere em diversos níveis de representação (Zucoloto e Sisto, 2002).

A detecção precoce dos distúrbios de comunicação pelo fonoaudiólogo em escolares é muito importante, uma vez que, nessa fase, a criança está no ápice do desenvolvimento da linguagem, essencial para o processo de alfabetização (Rodrigues et al., 2000).

Estudos demonstram que crianças com alterações de leitura e escrita podem apresentar atraso no desenvolvimento das habilidades auditivas, impedindo o adequado processamento da informação e interferindo no processo de aprendizagem (Engelmann e Ferreira, 2009; Soares et al., 2011).

Os Potenciais Evocados Auditivos (PEA) são produzidos como respostas elétricas do sistema nervoso à estimulação auditiva e consistem em ondas sequenciadas, sendo um dos métodos mais utilizados na prática clínica para avaliação da audição (Karl, 2003).

O Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (PEALL) reflete a atividade neuroelétrica da via auditiva nas estruturas que envolvem as

funções de discriminação, integração e atenção, fornecendo informações sobre o funcionamento do Sistema Nervoso Auditivo Central (SNAC). Os primeiros componentes dos PEALL indicam a chegada da informação acústica ao córtex auditivo e o início do processamento auditivo cortical. A literatura mostra que, para a geração do componente P1, estão envolvidas as projeções talâmicas e o córtex auditivo primário, para o N1, o córtex auditivo supratemporal, para o P2, o córtex auditivo frontolateral supratemporal e para o N2, o córtex auditivo supratemporal. Subdividem-se em potenciais exógenos (P1, N1, P2) e potenciais endógenos (N2 e P300), influenciados predominantemente por eventos internos relacionados às habilidades cognitivas (McPherson, 1996).

O P300, também denominado de Potencial Cognitivo, consiste em um potencial gerado voluntariamente de forma ativa, durante o desempenho de uma tarefa específica. É caracterizado por um grande potencial com latência em aproximadamente 300 ms. Permite-nos observar o que ocorre no córtex cerebral relacionado com a cognição, como a memória e a atenção auditiva necessárias ao processamento auditivo central (McPherson, 1996; Hall, 2006).

Os PEALL vêm sendo usados como método de avaliação objetiva do sistema nervoso auditivo central em crianças com alterações de leitura e escrita, no entanto existem poucos estudos que avaliaram tanto os componentes exógenos como os endógenos na mesma população (Purdy et al., 2002; Regaçone et al., 2014; Mırıcı et al., 2018; Cunha et al., 2019). A maioria dos trabalhos foi realizada apenas com o componente P300 (Diniz Júnior et al., 1997; Aquino et al., 2000; Visioli-Melo e Rotta, 2000; Musiek e

Lee, 2001; Farias et al., 2004; Soares et al., 2011; Wiemes et al., 2012; Alvarenga et al., 2013; Oliveira et al., 2013; Papagiannopoulou e Lagopoulos, 2017; Souza et al., 2017).

Os PEALL podem ser realizados com estímulos verbais e não verbais. O padrão acústico destes estímulos difere, sendo de grande importância a realização destes exames com os dois tipos de estímulos, para que seja feita a comparação da forma de processamento destes diferentes estímulos acústicos no Sistema Nervoso Auditivo Central (SNAC) (Massa et al., 2011), uma vez que estímulos diferentes geram respostas corticais distintas (Matas, 2015). A maioria dos estudos foca apenas na avaliação com estímulo não verbal, sendo raros os estudos que utilizam o estímulo verbal para eliciar os PEALL (Bhat et al., 2018).

O estudo por meio da eletrofisiologia pode propiciar o diagnóstico precoce a fim de permitir a identificação das áreas que mais necessitam de atenção para o planejamento de uma intervenção mais efetiva.

Acredita-se que, além dos instrumentos utilizados para a avaliação dos complexos processos de leitura e escrita, outros paradigmas de medidas que proporcionem aos profissionais da área informações a respeito da percepção auditiva, nesta população, possam contribuir para a identificação precoce e intervenção terapêutica apropriada.

A hipótese deste estudo é que a avaliação dos componentes sensoriais e cognitivos dos PEALL com estímulo Tone Burst e de Fala em crianças com alterações de leitura e escrita possa contribuir para identificar um comprometimento da percepção auditiva. Via de regra, este diagnóstico de comprometimento da percepção auditiva é realizado por meio de avaliação

comportamental. Acreditamos que os PEALL possam contribuir de maneira objetiva e precoce na identificação de alterações na percepção auditiva, tanto em aspectos sensoriais como cognitivos, para estímulos verbais e não verbais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste estudo foi analisar os componentes sensoriais e cognitivos dos PEALL em crianças com alterações de leitura e escrita comparados aos de crianças com desenvolvimento típico.

2.2 Objetivos Específicos

2.2.1 Analisar os valores de latência dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo Tone Burst no GE e GC.

2.2.2 Analisar os valores de latência dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 com estímulo de Fala no GE e GC.

2.2.3 Analisar os valores de latência dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 entre os estímulos Tone Burst e Fala no GE e GC.

2.2.4 Analisar os valores das amplitudes P1-N1, P2-N2 e N2-P300 com estímulo Tone Burst no GE e GC.

2.2.5 Analisar os valores das amplitudes P1-N1, P2-N2 e N2-P300 com estímulo de Fala no GE e GC.

2.2.6 Analisar os valores das amplitudes P1-N1, P2-N2 e N2-P300 entre os estímulos Tone Burst e Fala no GE e GC.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Considerando o tema a ser desenvolvido e o objetivo do presente estudo, foi realizada uma revisão da literatura, a qual se encontra descrita neste capítulo e dividida em três tópicos, intitulados:

3.1 Distúrbios de aprendizagem

3.2 Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL)

3.3 Potenciais Evocados Auditivos em crianças com distúrbios de aprendizagem

Os estudos compilados encontram-se descritos a seguir, priorizando-se o encadeamento de ideias.

3.1 Distúrbios de aprendizagem

A seguir serão descritas algumas características dos principais diagnósticos envolvendo os distúrbios de aprendizagem, como a dislexia, o distúrbio de leitura e escrita, além das dificuldades de aprendizagem, considerando-se que a hipótese desta pesquisa envolve as alterações de leitura e escrita.

A aprendizagem da escrita pode ocorrer de forma insatisfatória gerando alterações de aprendizagem em algumas crianças (Lima e Pessoa, 2007). O processo de aprendizagem da leitura e da escrita envolve o uso de estratégias fonológicas e ortográficas, sendo que algumas crianças podem ter grandes dificuldades com os aspectos fonológicos enquanto que outras, com os aspectos ortográficos (Zorzi e Ciasca, 2008).

Distúrbio de aprendizagem é uma expressão que se refere a um grupo heterogêneo de alterações e manifestações por dificuldades significativas na aquisição e uso da audição, fala, leitura, escrita, raciocínio ou habilidades matemáticas, caracterizado por desempenho abaixo do esperado, em relação às referências de medidas de inteligência e educação apropriadas para a idade. Refere-se a um grupo de alterações difíceis de serem identificadas, são específicas e pontuais. Apesar de um distúrbio de aprendizagem poder ocorrer concomitantemente a outras situações desfavoráveis como alteração sensorial, retardo mental, distúrbio emocional e/ou social, ou por influências ambientais como diferenças culturais, instrução insuficiente ou inadequada e fatores psicogênicos, não é resultado direto dessas condições ou influências (Hammill et al., 1987).

Os distúrbios de aprendizagem correspondem a transtornos nos quais as modalidades habituais de aprendizado estão alteradas desde as primeiras etapas do desenvolvimento. O comprometimento não decorre somente da falta de oportunidade de aprendizagem ou de uma deficiência intelectual e também não se deve a um traumatismo ou doença cerebral (CID 10, 2008). Já as dificuldades de aprendizagem estão diretamente relacionadas ao histórico de atraso na aquisição de linguagem e dizem respeito a alterações no processo de desenvolvimento da expressão e recepção verbal e/ou escrita (Landry et al., 2002).

De acordo com a definição estabelecida pelo *National Joint Comittee of Learning Disabilities*, transtornos de aprendizagem é uma expressão que remete a um grupo de dificuldades referentes à aquisição e ao uso de habilidades acadêmicas como leitura, escrita e matemática. Tais alterações,

de acordo com Muñoz et al. (2005), são intrínsecas ao ser humano e estão presentes ao longo de toda a vida do indivíduo que as possui. Além disso, apresentam caráter crônico e podem acarretar comorbidades emocionais como depressão e transtornos de ansiedade, necessitando de intervenções específicas e adequadas a cada caso (Germano e Capellini, 2011; Lima et al., 2011).

Dificuldade de aprendizagem específica é uma inabilidade para a aprendizagem em uma ou mais áreas acadêmicas que não condiz com o potencial intelectual da criança, geralmente na média ou acima desta, e diverge dos problemas de aprendizagem generalizados do aluno cujo potencial intelectual é bastante abaixo da média (QI inferior a 70). Neste último caso, o educando aprende e tem realizações conforme seu potencial, não apresentando, portanto, dificuldades de aprendizagem específicas, mas sim outra problemática, comumente designada por deficiência intelectual (Correia, 2007).

Os transtornos de aprendizagem são decorrentes de disfunções do sistema nervoso central e estão relacionados a uma falha no processo de aquisição e processamento da informação, diferindo das dificuldades de aprendizagem, pois este último quadro decorre de questões ligadas a problemas de ordem pedagógica, emocional ou sociocultural ou a quadros neurológicos (Ciasca, 2003).

No Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-IV-TR), são descritos quatro tipos de transtornos de aprendizagem: transtorno da leitura, transtorno da matemática, transtorno da expressão escrita e transtorno da aprendizagem sem outra especificação. Diferentemente, a Classificação

Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde (CID-10) (Organização Mundial da Saúde, OMS, 2008) utiliza outra denominação: transtornos específicos do desenvolvimento das habilidades escolares. Nesse manual são descritos seis tipos de transtornos: transtorno específico da leitura, transtorno específico da soletração, transtorno específico da habilidade aritmética, transtorno misto de habilidades escolares, outros transtornos do desenvolvimento das habilidades escolares e transtorno não especificado do desenvolvimento das habilidades escolares. Comumente na literatura e nas áreas aplicadas também se encontram a denominações distúrbios de aprendizagem, dislexia, discalculia e disgrafia (APA, 2002a).

A dislexia, distúrbio específico de leitura, se caracteriza por um rendimento inferior ao esperado para a idade mental, nível socioeconômico e instrução escolar, e pode afetar os processos de decodificação e compreensão da leitura (Capellini, 2004; Olmino e Santana, 2011). Dessa forma, o indivíduo apresenta inteligência normal, distúrbio fonológico, falha nas habilidades semânticas, sintáticas e pragmáticas, tem a habilidade narrativa comprometida no processo de recontagem de histórias, dificuldade na fluência correta na habilidade de decodificação e soletração, além de ter alteração no processamento de informações auditivas e visuais (Germano e Capellini, 2008; Deuschle e Cechella, 2009).

Em indivíduos com dislexia, a dificuldade está presente nas relações do símbolo gráfico com o som que representam e em organizá-los mentalmente, em uma sequência temporal (Barreto, 2009).

Foi evidenciada na literatura a recorrência familial para a dislexia. Estudos mostram que a dislexia possui uma relevante incidência familial,

sendo este um importante fator de risco para o diagnóstico. Foi verificada ainda, a alta prevalência desse diagnóstico em escolares do gênero masculino (Capellini et al., 2007; Prado et al., 2012).

Oliveira et al. (2012) realizaram uma pesquisa utilizando o Protocolo de Avaliação dos Processos de Leitura (PROLEC) e verificaram que os estudantes com distúrbio de aprendizagem obtiveram desempenho inferior em relação aos escolares com dislexia. Enquanto escolares com dislexia apresentaram desempenho inferior nos processos léxicos, sintáticos e semânticos, o desempenho dos escolares com distúrbio de aprendizagem foi baixo nas provas dos processos de identificação de letras, léxico, sintático e semântico, devido à alteração na habilidade de identificação visual, somadas às demais habilidades alteradas. Oliveira et al. (2010) utilizaram a Escala de Disgrafia Simplificada, que consiste na avaliação da escrita por meio de ditado de um bilhete e constatam que mais de 80% dos escolares disléxicos e todo grupo de alunos com distúrbios de aprendizagem apresentou disgrafias, no entanto, elas podem ou não ocorrer no caso de alunos com alterações na aprendizagem.

A avaliação fonoaudiológica das alterações de leitura e escrita pode ser realizada com o uso de diversos instrumentos, dentre esses: Teste de Desempenho Escolar (Stein, 1994), Teste de Repetição de Palavras e Pseudopalavras, Prova de Consciência Fonológica por Produção Oral, Prova de Consciência Sintática e Teste de Vocabulário por Imagens Peabody (Capovilla e Dias, 2008), ABFW-Fonologia (Wertzner, 2000), Prova de Consciência Fonológica por Escolha de Figuras (Capovilla e Capovilla, 2004), Teste de Vocabulário por Figuras USP (Capovilla e Prudêncio, 2006), Teste

Token (Macedo et al., 2006), ABFW-Vocabulário (Befi-Lopes, 2000), ABFW-Pragmática e Prova de Escrita sob Ditado de Palavras e Pseudopalavras (Fernandes, 2000), Prova de Avaliação dos Processos de Leitura (Cuetos et al., 2010), Teste de Competência de Leitura Silenciosa (Cunha et al., 2010) e Prova de Leitura em Voz Alta (Stivanin e Scheuer, 2008).

3.2 Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência

Os PEA são muito utilizados em neurociências, constituindo uma ferramenta de grande utilidade nos diagnósticos funcionais. Dentre as classificações dos PEA, a mais utilizada é a relacionada à latência, na qual os PEA são denominados precoces, médios ou tardios (Picton et al., 1974). Os PEA tardios ou PEALL ocorrem aproximadamente entre 50 ms e 600 ms após o estímulo acústico (Anias et al., 2004).

Com relação aos PEALL, estes têm sido utilizados na clínica audiológica pelo fato de avaliarem a atividade bioelétrica no sistema auditivo central e pela possibilidade de serem eliciados tanto por estímulos não verbais como verbais, o que se faz muito importante para a investigação audiológica (Agostinho-Pesse e Alvarenga, 2014).

O PEALL fornece dados objetivos sobre a funcionalidade das estruturas corticais auditivas. Permite a avaliação objetiva do processamento auditivo da informação, pois a captação desses potenciais reflete a atividade cortical envolvida em habilidades de discriminação, integração e atenção (Kraus et al., 1994; Melo et al., 2016).

Os componentes dos PEALL são representados por picos, de acordo com a polaridade e com o valor de latência (Figura 1), sendo P (voltagem positiva) e N (voltagem negativa) (Ventura, 2008). Podem ser observados entre 80 e 700 milissegundos (ms) após a apresentação de um estímulo acústico: N1 (N100), P2 (P200), N2 (N200), P300 (P300) (McPherson, 1996). Faz parte dos PEALL a seguinte sequência de ondas: positiva 1 (P1), negativa 1 (N1), positiva 2 (P2), negativa 2 (N2) e positiva 3 (P300) (McPherson, 1996; Reis e Frizzo, 2012).

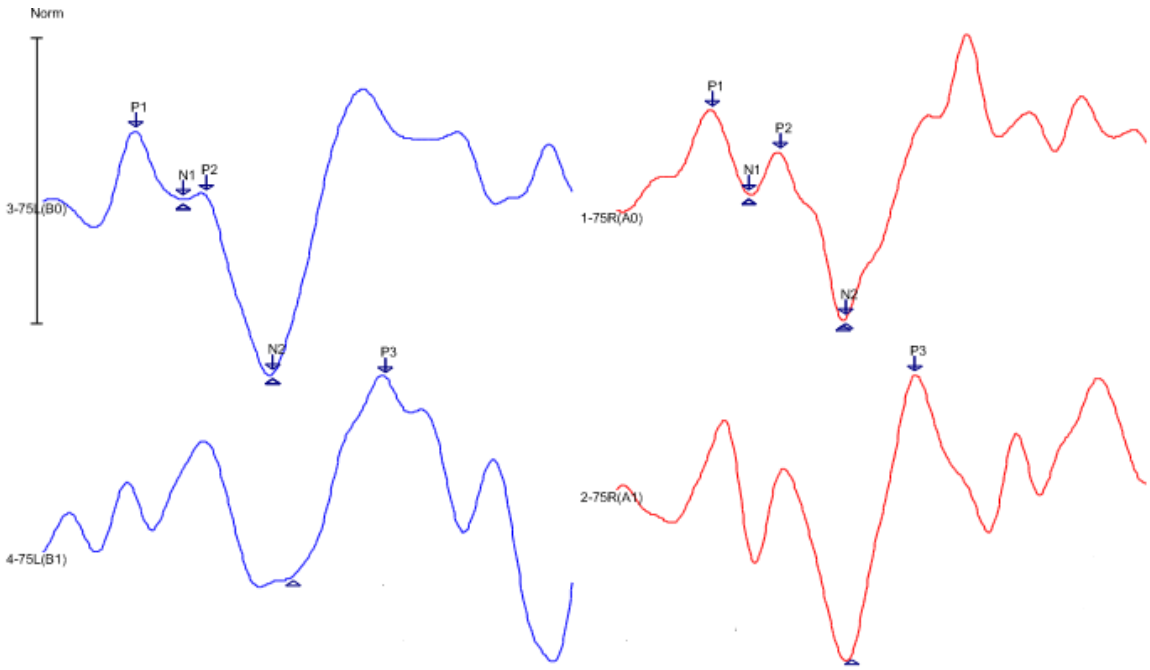


Figura 1 - Figura esquemática dos componentes dos Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência.

Os primeiros componentes dos PEALL que indicam a chegada da informação acústica ao córtex auditivo e o início do processamento auditivo cortical são o P1, N1, P2 e N2 (Martin et al., 2007). Os componentes P1, N1 e P2 são chamados exógenos ou sensoriais por serem influenciados pelas características acústicas e temporais do estímulo acústico. Este complexo

(P1-N1-P2) traz informações da chegada do estímulo auditivo e mostra se o sinal sonoro foi recebido adequadamente no córtex auditivo (Sutton et al.,1965; Ruth e Lambert, 1991; Duarte et al., 2009). Os possíveis geradores desses componentes abrangem áreas do córtex auditivo primário (lobo temporal superior), secundário e sistema límbico e sofrem a interferência do processo maturacional (McPherson, 1996; Ponton et al. 2000; Sharma et al., 2007).

Alain et al. (2007) referem que o componente P1 ocorre em média 50 ms depois do início do som e é responsável por codificar as características acústicas do som, como frequência e tempo. Esse componente ocorre em função da ativação de áreas corticais auditivas secundárias (porção lateral do giro de Heschel), do hipocampo, do plano temporal e da região temporal lateral, evidenciados pelas medidas de eletrodos da linha mediana central e lateral central (Sharma et al., 2007).

A onda N1 tem como gerador neural o córtex auditivo primário e o secundário das porções superiores e laterais do lobo temporal. Ocorre por volta de 80 ms a 150 ms, mais precisamente 100 ms depois do início do estímulo com amplitude negativa entre 5 μV e 10 μV, tipicamente maior em adultos (Kadner et al., 2002; Hall, 2007). Alguns autores (Kraus et al., 1993; Bruneau et al., 1997; Ponton et al., 2000; McArthur et al., 2002) consideram o N1 um marcador da atividade cortical auditiva relacionada à decodificação das características acústicas, que tende a se tornar mais acentuado em adultos ao longo do desenvolvimento, embora possa se ausentar em crianças muito pequenas, tendendo a diminuir com o envelhecimento.

O componente P2 tem sua amplitude relacionada à discriminação auditiva e é considerado biomarcador de aprendizagem dos aspectos auditivos e linguísticos. Estudos mostram que uma melhora da amplitude de P2 ocorre com o treinamento auditivo controlado. Estas mudanças na morfologia da onda refletem o aumento da sincronia neural associado à melhora da percepção de fala (Tremblay et al., 2001; Tremblay et al., 2014).

Quanto ao componente N2, este também relacionado à discriminação auditiva, uma vez que estudos têm demonstrado uma diminuição na amplitude do N2, indicando prejuízos nas funções de discriminação e atenção ao estímulo (Musiek, 2006; Hommet et al., 2009; Senderecka et al., 2012; Mahé et al., 2014).

Por sua vez, o P300 ou Potencial Cognitivo depende da atenção e memória para a sua geração, sendo considerado um potencial endógeno por depender da resposta ativa do indivíduo frente aos estímulos sonoros apresentados. Esse componente está relacionado com a percepção, discriminação, reconhecimento e classificação de um estímulo auditivo, sendo alterado por uma variedade de fatores que afetam a cognição (Polich, 1991; McPherson,1996; Chermark et al., 1997; Kraus e McGee,1999; Martin et al., 2008; Duarte et al., 2009; Sousa et al., 2010).

O P300 traz uma resposta objetiva que está relacionada à percepção e à cognição, aspectos fundamentais da função mental. É registrado por meio da estimulação sensorial com dois estímulos com características diferentes, porém da mesma modalidade. Um dos estímulos é apresentado frequentemente e o outro apenas ocasionalmente, em intervalos aleatórios (paradigma oddball). A atividade cerebral evocada pelo estímulo frequente é

registrada pelo equipamento em separado da atividade evocada pelo estímulo raro (Verleger, 1991; Linden, 2005; Soares, 2011).

Quanto mais frequente é o estimulo, menos neurônios respondem a ele, pois ocorre a habituação do sistema auditivo. Quanto mais raro é o estímulo, mais neurônios são envolvidos na resposta, o que gera um componente de maior amplitude. Sendo assim, a identificação do P300 no traçado ocorre na subtração do estímulo raro do estímulo frequente (Polich, 1991; César et al., 1999; Ravden et al., 1999; Colafêmina et al., 2000; Hirayasu et al., 2000; Schochat, 2003).

Os PEALL podem ser realizados com estímulos verbais e não verbais. De acordo com Massa et al. (2011), o padrão acústico destes estímulos difere, sendo de grande importância a realização destes exames com os dois tipos de estímulos, para que seja feita a comparação da forma de processamento destes diferentes estímulos acústicos no SNAC.

A amplitude do P300 pode ser considerada uma medida da atividade do SNAC, pois a mesma reflete o processamento de entrada da informação correlacionada com a memória do estímulo auditivo. A variação da amplitude reflete o grau e a qualidade do processamento das informações (Polich e Herbst, 2000).

Os parâmetros para análise descritos por McPherson (1996) para os PEALL são referentes às latências dos picos positivos e negativos P1, N1, P2, N2 e P300, e às amplitudes P1-N1, P2- N2 e N2- P300. Para crianças de cinco a 12 anos, espera-se valores de latência dos componentes aproximadamente entre: P1 de 54 a 75 ms, N1 de 83 a 135 ms, P2 de 137 a 194 ms, N2 de 200 a 280 ms e P300 de 241 a 396 ms (Quadro 1).

Quadro 1 - Parâmetros de normalidade referente às latências dos componentes dos PEALL para crianças de cinco a 12 anos de idade (McPherson, 1996).

Componentes	Latências (ms)
P1	54-75
N1	83-135
P2	137-194
N2	200-280
P300	241-396

Em relação aos sítios geradores desses potenciais, o componente N1 parece ser originado na região do córtex auditivo primário e córtex auditivo de associação, o P2 parece apresentar-se na região do lobo temporal e do sistema límbico, o N2 no córtex auditivo supratemporal e o P300 tem sua possível geração na região do hipocampo, córtex auditivo, córtex auditivo centro-parietal e córtex auditivo frontal (McPherson, 1996).

O estudo de Matas et al. (2015) caracterizou os componentes do PEALL em crianças na faixa etária de seis a 13 anos de idade, audiologicamente normais, bem como verificou a estabilidade destes potenciais. Foram captados os componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulos de Fala e *Tone Burst* em três momentos de avaliação: avaliação inicial, três meses após a avaliação inicial e nove meses após a avaliação inicial. Com estímulo *Tone Burst,* observou-se uma diminuição dos valores de latência dos componentes P1, P2 e P300, bem como um aumento no valor de amplitude do P300 quando obtido com estímulo de Fala. O P300

demonstrou ser um componente mais sensível a esse intervalo de tempo entre as avaliações, pois sofreu modificações indicativas de maturação do SNAC. As latências de todos os componentes obtidos com estímulo de Fala foram maiores do que com *Tone Burst*, demonstrando que estímulos diferentes geram respostas corticais distintas (Matas, 2015).

Picton et al. (1978) verificaram que a amplitude dos componentes dos PEALL variou com a intensidade do estímulo, assim, quanto maior a intensidade, maior a amplitude. Do mesmo modo, foi verificado que existe uma relação entre a velocidade do estímulo apresentado e a amplitude, sendo que a mesma diminui em função da rapidez da apresentação do estímulo. Os autores sugeriram que a amplitude desse potencial é maior quando a frequência tonal do estímulo é mais alta. Para estímulos de duração prolongada, ocorre algum tipo de adaptação da amplitude desse potencial.

Silva et al. (2017) descreveram que os PEALL variam de acordo com a idade na população infantil e observaram os aspectos relacionados ao surgimento, morfologia e latência dos componentes P1, N1, P2 e N2. O componente P1 caracteriza-se como o de maior ocorrência em crianças pequenas, sendo observado por volta de 100-150 ms, o qual tende a diminuir com o decorrer da idade cronológica. O componente N2 mostrou-se como o segundo componente mais registrado em crianças, sendo observado por volta de 200-250 ms. Os demais componentes N1 e P2 mostraram-se menos frequentes e passaram a ser visualizados e registrados ao longo do processo maturacional. Logo, a maturação dos PEALL acontece gradativamente, sendo o surgimento dos componentes P1, N1, P2 e N2, bem como seus valores de latência, variáveis na infância. Os componentes P1 e N2 são os mais

observados e descritos na população pediátrica, porém a diversidade de protocolos dificulta a comparação entre os estudos.

O processo maturacional do SNAC é complexo e estende-se até a segunda década de vida (Sharma et al., 1997). O fator idade interfere nos PEALL e, uma vez que esses potenciais são gerados por estruturas corticais, o processo de maturação pelo qual essas estruturas passam influencia na captação, na morfologia e nos valores das respostas. Os PEALL sofrem grandes modificações nos traçados decorrentes do desenvolvimento do sistema auditivo com o aumento da idade cronológica.

Musiek et al. (1988) relataram que a completa maturação do desenvolvimento da mielina ocorre, aproximadamente, no mesmo período da maturação dos PEALL, e alguns autores relataram que o desenvolvimento dos componentes P1, N1, e P2 continua durante a segunda década de vida (Sharma et al., 1997). Deste modo, o processo de mielinização se completaria nesta fase.

A redução nos valores de latência está relacionada à mielinização das estruturas centrais auditivas, sendo que a estabilização dos valores pode ser observada com o uso dos PEALL. Já a amplitude está relacionada à sinaptogênese e à arborização dendrítica, cujo crescimento ocorre dos 2 aos 6 anos de idade, para, em seguida, diminuir e passar por um período de estabilização funcional, em que há o desenvolvimento completo dos dendritos (Eggermont, 1988; Musiek et al., 1988).

3.3 Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência em crianças com distúrbios de aprendizagem e alterações de leitura e escrita

As avaliações eletrofisiológicas podem ser realizadas em várias faixas etárias, sendo de grande relevância principalmente durante o desenvolvimento linguístico e para a verificação da integridade das estruturas centrais da audição. Já o PEALL, um dos PEA que avalia o processamento da informação auditiva no SNAC, verifica o processamento na região cortical (Garcia et al., 2013).

O P300 pode ser aplicado à área da neurociência cognitiva, na avaliação dos distúrbios cognitivos, neurológicos, comportamentais e psiquiátricos. Desta forma, os PEA podem ser utilizados para avaliar o SNAC em diversos tipos de populações, tais como indivíduos com transtornos psiquiátricos (Matas et al., 2009), com afasia (Alvarenga et al., 2005), com esclerose múltipla (Lima et al., 2009), com hipotireoidismo (Santos et al.,2010) e, também, crianças e adultos com autismo (Magliaro et al., 2010).

Estudos têm demonstrado que, de maneira geral, a audição periférica das crianças com queixas de dificuldades escolares está dentro do padrão de normalidade, porém os exames comportamentais e eletrofisiológicos evidenciam distúrbios do SNAC (Schochat et al., 2002). Os PEALL podem ser muito úteis no diagnóstico e acompanhamento de escolares com alterações de leitura e escrita.

Os termos transtorno/distúrbio de aprendizagem e dificuldade de aprendizagem não possuem uma definição unânime. Pelo contrário, as dificuldades de leitura e os distúrbios de aprendizagem sempre careceram de

um consenso internacional para serem reconhecidos, identificados, tipificados e definidos (Hale et al., 2010). Na população brasileira, Ciasca (2003) refere que 30% a 40% das crianças nas primeiras séries escolares tem alguma dificuldade, sendo que 3% a 5% apresentam distúrbio de aprendizagem e, de acordo com estudos relatados por Santos e Navas (2002), 5 a 10% até 17% apresenta esse distúrbio. Como podemos notar, a incidência varia bastante dependendo da referência adotada, conforme ressaltam Santos e Navas (2002). Isso ocorre devido às controvérsias em relação às definições e/ou tipos de provas utilizadas para realizar o diagnóstico.

Existe uma controvérsia entre distúrbios de aprendizagem e distúrbio de leitura e escrita, portanto, neste capítulo, será mantida a nomenclatura usada pelos autores nos estudos originais descritos abaixo.

O estudo de Diniz Júnior et al. (1997) avaliou os potenciais cognitivos em 16 crianças, de oito a 14 anos de idade, com dificuldades de aprendizagem. No P300 foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os valores médios de latência do P300 para o grupo controle e o grupo estudo, sendo que o grupo estudo apresentou valores de latência maiores.

Crianças normais e com dificuldades escolares foram avaliadas pelo P300 e por testes comportamentais do processamento auditivo. Os resultados dessa pesquisa revelaram que a associação entre os dois métodos contribuiu para um diagnóstico mais preciso de distúrbios de alteração de memória e atenção, presentes nos indivíduos com problemas de aprendizado escolar que mostraram P300 com latência aumentada (Aquino et al., 2000).

O estudo de Visioli-Melo e Rotta (2000) avaliou os potenciais cognitivos em 99 crianças de 10 a 11 anos e 11 meses de idade, com dificuldades de aprendizagem. Do Grupo I, sem epilepsia, faziam parte 64 crianças, das quais 32 com bom rendimento e outras 32 com mau rendimento escolar. Do Grupo II, com epilepsia, faziam parte 35 crianças, sendo 21 com bom rendimento escolar e 15 com mau rendimento escolar. Não foi encontrada diferença significativa na latência do P300 entre os dois grupos. Quando foram estratificados segundo o desempenho escolar, as crianças do Grupo I, com bom rendimento escolar, apresentaram latência do P300 de 336 ms e as com rendimento escolar ruim, latência de 382 ms; as crianças do Grupo II, com bom rendimento escolar, apresentaram latência do P300 de 363 ms e as com rendimento escolar ruim, latência de 400 ms, com diferença significativa. Essa diferença ocorreu entre as crianças não epilépticas com bom desempenho escolar e as com desempenho escolar insatisfatório.

Musiek e Lee (2001) afirmaram que o P300 pode ser utilizado na avaliação da função da via auditiva de crianças com distúrbio de aprendizagem. De acordo os autores, ao comparar essas crianças com crianças normais, observou-se que crianças com distúrbio de aprendizagem apresentaram atraso na latência do P300, enquanto que a amplitude não apresentou diferença estatisticamente significante. Os autores enfatizaram, ainda, que este potencial pode ser utilizado para avaliar crianças com distúrbios de linguagem receptiva e expressiva e que esta população pode apresentar, além de anormalidades no P300, problemas de discriminação auditiva.

Purdy et al. (2002) utilizaram os PEALL, Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE), Potencial Evocado Auditivo de Média Latência (PEAML) e testes comportamentais para avaliar o processamento auditivo em 10 crianças de sete a 11 anos diagnosticadas com distúrbio de aprendizagem (DA). Houve pequenas diferenças de latência do PEATE entre os dois grupos. No PEAML, a onda Na apresentou latência aumentada e o Nb apresentou menor amplitude no grupo DA. Com relação ao PEALL, o componente P1 foi mais precoce e o P300 apresentou latência aumentada e menor amplitude no grupo DA.

Farias et al. (2004) compararam os valores da latência do P300 em crianças sem e com repetência escolar. No estudo, foi observado que as crianças do grupo sem repetência escolar apresentaram valor médio da latência do P300 menor (332,25 ms), comparando-se ao grupo de crianças com repetência escolar (413,23 ms). As crianças do sexo feminino sem repetência escolar apresentaram valor médio da latência do P300 menor (328,37 ms), comparando-se às crianças do sexo masculino do mesmo grupo (337,68 ms). No grupo de crianças com repetência escolar, as crianças do sexo feminino também apresentaram valor médio da latência do P300 menor (387,50 ms), comparando-se às crianças do sexo masculino (423,19 ms). Finalmente, observou-se que os valores médios da latência do P300 apresentaram-se menores nas crianças do sexo feminino (328,37 ms) e do sexo masculino (337,68 ms) sem repetência escolar, comparando-se com os valores médios da latência do P300 nas crianças do sexo feminino (387,50 ms) e do sexo masculino (423,19 ms) com repetência escolar.

O estudo de Soares et al. (2011) avaliou o PAC e o P300 em crianças na faixa etária de oito a 12 anos com alterações de leitura e escrita. No estudo, não houve diferença significante na comparação entre as orelhas direita e esquerda para as latências. As habilidades do PAC mais alteradas foram ordenação temporal e figura-fundo para sons linguísticos. Os indivíduos com alterações de leitura e escrita apresentaram desempenho abaixo do esperado em testes do PAC. Houve indícios de associação entre resultados do PAC e alteração no P300, sendo que 44% dos indivíduos com alterações de figura-fundo também apresentaram alteração no P300, mas sem diferença estatisticamente significante.

No estudo de Wiemes et al. (2012) sobre P300 e alteração de processamento auditivo, foram avaliadas 21 crianças com distúrbios de leitura e escrita entre sete e 14 anos. O valor médio de latência de 334,25 ms obtido nos pacientes foi escolhido como ponto de corte para dividir os sujeitos em dois grupos: grupo A com latências acima de 335 ms, e grupo B com latências abaixo de 335 ms. Os indivíduos do grupo A foram submetidos a testes de Dicótico de Dissílabos Alternados (SSW) e Fala no Ruído. Alterações nos testes SSW e de Fala no Ruído foram encontradas no grupo de indivíduos com distúrbio de escrita e leitura, além de valores de latência do P300 acima de 335 ms, sugerindo alteração do processamento auditivo.

Alvarenga et al. (2013) estudaram o P300 como indicador de evolução terapêutica em 20 escolares com dislexia, de oito a 14 anos de idade, divididos em dois grupos randomizados, um deles submetido a um programa de remediação fonológica associado à leitura e escrita e o outro representando um grupo controle. Os grupos foram pareados e os indivíduos

foram submetidos a duas avaliações do P300, mantendo-se o mesmo intervalo para ambos. A comparação estatística das avaliações pré e pós de cada um dos grupos demonstrou diferença estatisticamente significante na Prova de Consciência Fonológica e na latência do P300 apenas para o grupo estudo. Nesse estudo, concluiu-se que a utilização do P300 para o monitoramento objetivo da evolução terapêutica de crianças com dislexia é possível e representa uma opção viável para os programas de intervenção.

Oliveira et al. (2013) compararam o desempenho de crianças com dislexia e grupo controle em testes de processamento auditivo e P300. No estudo, observou-se que, nos testes comportamentais, houve diferença para o Teste Padrão de Frequência e para a orelha esquerda no Teste Dicótico de Dígitos, sendo que o grupo estudo apresentou pior desempenho em ambos os testes. Para o P300, houve diferença entre os grupos em relação aos valores absolutos de amplitude e latência, mas esta não foi significativa. Os achados sugerem que crianças com dislexia apresentam alteração das habilidades auditivas de processamento temporal e figura-fundo, o que foi evidenciado por meio de testes comportamentais de processamento auditivo. Quanto aos resultados obtidos no P300, não houve diferença em relação aos desempenhos de ambos os grupos.

Regaçone et al. (2014) estudaram as latências e amplitudes dos componentes N1, P2, N2 e P300 e compararam os achados em 30 escolares: 15 com transtorno de aprendizagem e 15 sem problemas de aprendizagem, de sete a 14 anos de idade. Foi observada diferença entre os grupos, em relação às médias das latências de N1, P2, N2 e P300 na orelha esquerda e de N1 e P2 quando medidas na orelha direita, com maiores valores no

registro do grupo pesquisa. Com relação às médias das amplitudes dos componentes do PEALL, foi observada diminuição da amplitude da onda N2 na orelha esquerda e das ondas N1 e N2 na orelha direita, quando comparados os grupos controle e pesquisa.

Papagiannopoulou e Lagopoulos (2017) estudaram o P300 em crianças com dislexia pareadas ao grupo controle e observaram, no grupo estudo, aumento na latência e diminuição da amplitude do P300. Segundo os autores, esses achados sugerem anormalidades associadas a uma diminuição na capacidade do processamento da memória de trabalho, bem como atraso no processamento dessas informações em crianças com dislexia.

Souza et al. (2017) analisaram e compararam as latências e amplitudes obtidas no P300 de crianças com e sem queixa de dificuldades de aprendizagem. O grupo de crianças com queixas de dificuldades de aprendizagem apresentou valores de latência do P300 maiores do que as crianças do grupo sem queixas. Não foi evidenciada correlação nos valores de amplitude das ondas do P300 entre os grupos.

No estudo de Bhat et al. (2018), os PEALL com estímulos de Fala foram registrados em crianças com distúrbio de aprendizagem e em ouvintes normais, e foram analisados os valores de latência apenas dos componentes P1, N1 e P2. Os componentes P1, N1, P2 nas crianças com desenvolvimento típico apresentaram menores valores de latência em comparação com as crianças com dificuldades de aprendizagem, mas sem diferença estatisticamente significante.

Mırıcı et al. (2018) investigaram as vias auditivas corticais em crianças com e sem dificuldade de aprendizagem. Nesse estudo, as amplitudes médias de P2 e P300 para a orelha direita e as amplitudes médias de N1 e P300 para a orelha esquerda foram significativamente menores no grupo de estudo do que aquelas obtidas no grupo controle. Da mesma forma, a latência média de P2 e P300 na orelha direita e a latência média de P1, N1 e P300 na orelha esquerda foram maiores com diferença estatisticamente significante no grupo estudo.

No estudo de Cunha et al. (2019), foi investigado o nível perceptivo-sensitivo-auditivo do transtorno específico da aprendizagem. Foram exploradas as relações entre avaliações neuropsicológicas, processamento auditivo e PEATE e PEALL, sendo que 15 crianças compuseram o grupo controle e 34 crianças compuseram o grupo estudo. As avaliações audiológicas incluíram audiometria tonal, medidas de imitância acústica, reflexo acústico, processamento auditivo, PEATE e PEALL (P300 e N2). Os níveis de inteligência das crianças foram avaliados por meio de duas baterias de inteligência, uma verbal e outra não verbal, além de habilidades visuomotoras. Neste estudo, observou-se desempenho rebaixado nos testes do processamento auditivo e latência aumentada para P300. Crianças com processamento auditivo alterado exibiram um perfil cognitivo específico que inclui desempenho rebaixado de raciocínio verbal e espacial.

4 MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal e observacional em crianças com alterações de leitura e escrita que foram avaliadas no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Potenciais Evocados Auditivos do Curso de Fonoaudiologia do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

A presente pesquisa obteve aprovação pela Comissão de Ética da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo de acordo com parecer consubstanciado nº 2.903.838 (Anexo A).

Conforme os preceitos éticos da pesquisa com seres humanos, todos os sujeitos que fizeram parte da pesquisa e seus responsáveis receberam esclarecimentos prévios sobre a mesma e, em concordando com os termos em questão, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE - fornecido aos responsáveis pelas crianças dos grupos estudo e controle - Anexo B) e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE - fornecido aos responsáveis pelas crianças dos grupos estudo e controle – Anexo C), ambos devidamente aprovados pelo Comitê de Ética.

4.1 Casuística

Participaram da presente pesquisa 40 crianças, pareadas por sexo, idade e escolaridade, divididas em dois grupos, cada um composto por 20 crianças sendo seis do sexo feminino e 14 do sexo masculino, na faixa etária de oito a 11 anos. Um dos grupos foi composto por crianças com alterações

de leitura e escrita e o outro por crianças com desenvolvimento típico (DT). As crianças com histórico de repetência ou em terapia fonoaudiológica e crianças com indícios de alterações neurológicas e/ou psiquiátricas, relatadas pelos responsáveis em entrevistas, foram excluídas da pesquisa.

Os critérios de inclusão com as características de cada grupo são descritos a seguir:

Grupo Estudo (GE): composto por 20 crianças na faixa etária de oito a 11 anos com alterações de leitura e escrita. As crianças deste grupo foram encaminhadas pelo Laboratório de Investigação Fonoaudiológica (LIF) em Leitura e Escrita do Curso de Fonoaudiologia do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Ressalta-se que as crianças encontravam-se em fila de espera para a terapia fonoaudiológica, assim, ainda não tinham sido submetidas à intervenção terapêutica.

Os critérios de inclusão estabelecidos para o grupo estudo foram:

- Escolares com idades entre oito e 11 anos que não estivessem realizando intervenção fonoaudiológica;
- Presença de alterações de leitura e escrita e ausência de alteração em linguagem oral identificadas por meio da avaliação fonoaudiológica (Capellini, 2012; Fonseca et al., 2016);
- Quociente intelectual acima de 80, verificado por meio do WISC-IV (Wechsler, 2013);
- Meatoscopia sem impedimento de cerúmen;

- Média dos limiares de audibilidade nas frequências de 500, 1000 e 2000 Hz menor ou igual a 15 dBNA (Northern e Downs, 2002);
- Curvas timpanométricas do tipo A (Jerger, 1970) e reflexos acústicos contralaterais presentes nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz bilateralmente (Gelfand, 1984; Jerger e Jerger, 1989).

Para o grupo estudo, foram encaminhadas 26 crianças do Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Leitura e Escrita. Sendo assim, 20 foram incluídas na pesquisa e seis crianças foram excluídas por apresentarem QI abaixo de 80, sendo três com QI limítrofe e três com deficiência intelectual leve.

Grupo Controle (GC): composto por 20 crianças na faixa etária de oito a 11 anos com DT. As crianças deste grupo frequentavam a Escola de Aplicação da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo que, após apresentação do estudo, encaminhou as crianças sem queixas para o pareamento com o grupo estudo.

Para o grupo controle, foram estabelecidos os seguintes critérios de inclusão:

- Escolares com idades entre oito e 11 anos que nunca realizaram intervenção fonoaudiológica;
- Ausência de alterações de leitura e escrita e ausência de alteração em linguagem oral identificadas por meio da avaliação fonoaudiológica realizada pelo próprio pesquisador (Capellini, 2012; Fonseca et al., 2016);
- Quociente intelectual acima de 80, verificado por meio do WISC-IV (Wechsler, 2013);

- Meatoscopia sem impedimento de cerúmen;
- Média dos limiares de audibilidade nas frequências de 500, 1000 e 2000 Hz menor ou igual a 15 dBNA (Northern e Downs, 2002);
- Curvas timpanométricas do tipo A (Jerger, 1970) e reflexos acústicos contralaterais presentes nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz bilateralmente (Gelfand, 1984; Jerger e Jerger, 1989).

Para o grupo controle, foram encaminhadas 22 crianças da Escola de Aplicação da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Sendo assim, 20 foram incluídas na pesquisa e duas crianças apresentaram QI limítrofe tendo, portanto, sido excluídas.

Considerando-se os critérios de inclusão, 20 crianças compuseram cada grupo. A constituição das crianças nos GE e GC estão apresentadas a seguir na Figura 2.

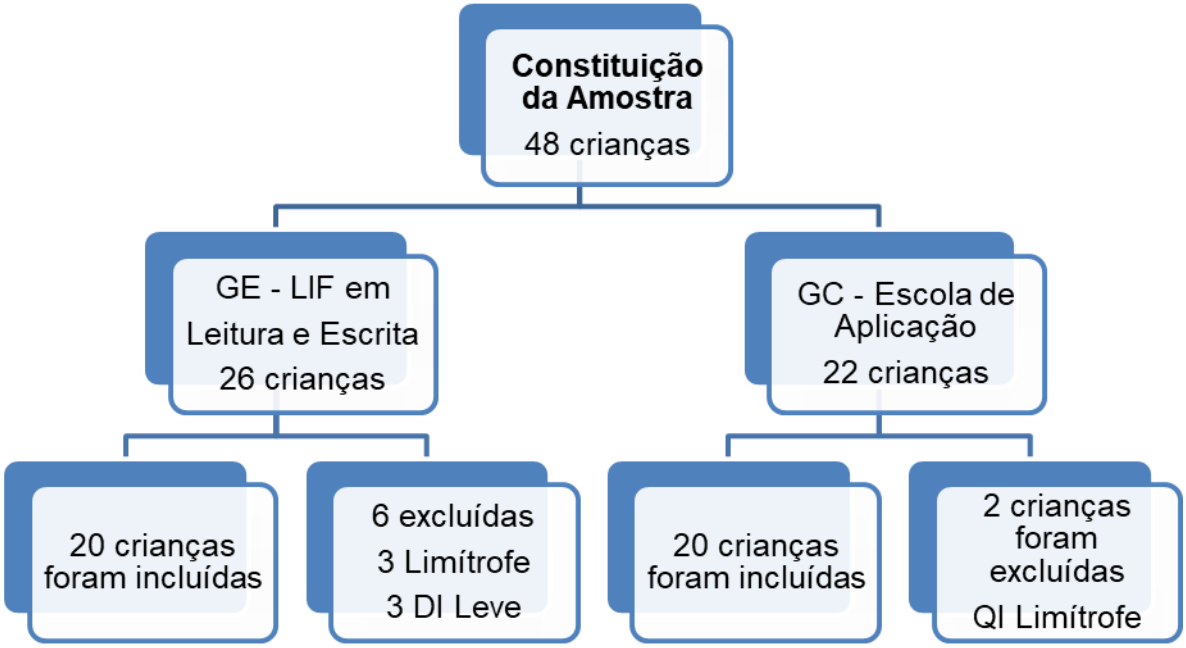


Figura 2 – Constituição da Amostra do GE e do GC.

4.2 Materiais

Para a realização deste estudo foram necessários os seguintes materiais:

- Otoscópio marca Heine, modelo Mini Heine 2000, para visualização do meato acústico externo;
- Imitanciômetro marca Interacustics, modelo AT235 h, para realização das Medidas de Imitância Acústica;
- Audiômetro marca Grason Standler, modelo GSI 61, para realização da avaliação audiológica;
- Cabina acústica atendendo à norma ANSI S3.1-1991 de quantidade de ruído ambiental;
- Equipamento de dois canais modelo Smart EP USB Jr da Marca Intelligent Hearing System (IHS 5020) para realização dos PEALL com fones de inserção ER-3A;
- Pasta abrasiva da marca NUPREP para a limpeza de pele;
- Pasta condutiva para Eletroencefalograma (EEG) da marca Tem 20TM;
- Fita microporosa para fixação dos eletrodos;
- Fichas de avaliação fonoaudiológica (Capellini, 2012; Fonseca et al., 2016).

4.3 Procedimentos

Primeiramente foram fornecidas as informações sobre a pesquisa de forma verbal, para os responsáveis por meio do TCLE e para as crianças por meio do TALE. O consentimento dos mesmos foi realizado por meio da

assinatura do TCLE e TALE, previamente aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo desta Instituição (Anexos A, B e C).

O fluxograma dos procedimentos é apresentado na Figura 3.

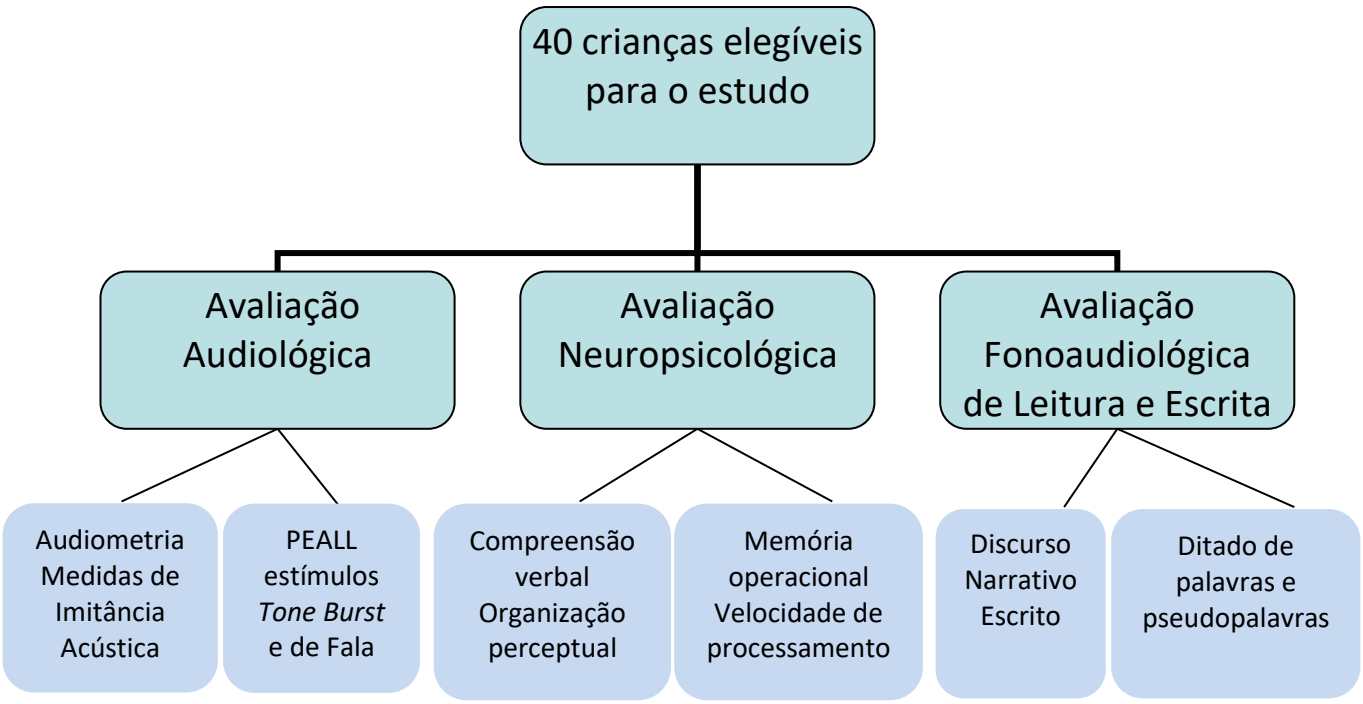


Figura 3 - Fluxograma dos procedimentos do estudo.

4.3.1 Avaliação audiológica

Inicialmente foi realizada a visualização do meato acústico externo, com o objetivo de verificar possíveis obstruções por presença de cerume que impedissem a realização dos procedimentos audiológicos comportamentais, eletroacústicos e eletrofisiológicos da audição. Em seguida, foi realizada a avaliação audiológica convencional (audiometria tonal liminar - ATL, logoaudiometria e medidas de imitância acústica) para determinar os limiares

auditivos nas frequências convencionais e descartar a presença de alteração de orelha média.

Para a realização das Medidas de Imitância Acústica (timpanometria e pesquisa dos reflexos acústicos), que têm como objetivo verificar possíveis comprometimentos de orelha média, cada participante foi orientado a permanecer quieto.

Na ATL, o participante foi orientado a levantar a mão ou apertar o “botão” sempre que ouvia o estímulo acústico. O exame foi realizado com fones de ouvido supra-aurais modelo TDH-39 em cabina acústica e foi considerado normal quando a média dos limiares de audibilidade nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz resultou menor ou igual a 15 dBNA, segundo critérios estabelecidos por Northern e Downs (2002).

Na Logoaudiometria, foram pesquisados o Limiar de Reconhecimento de Fala (LRF) e o Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF) com as listas de vocábulos propostas por Santos e Russo (1991). O participante foi orientado a repetir as palavras emitidas pelo avaliador da maneira que compreendia.

Os participantes obtiveram resultados compatíveis com a normalidade para o LRF quando apresentaram respostas iguais ou até 10 dB acima da média dos limiares auditivos das frequências de 500, 1000 e 2000 Hz na ATL (Russo e Santos, 1993). Quanto ao IPRF, os resultados foram considerados normais quando a porcentagem de acerto foi encontrada entre 88% e 100% na intensidade de 30 dB acima do LRF (Gates e Chakeres, 1988).

Na imitanciometria, foram considerados critérios de normalidade curva timpanométrica tipo A bilateralmente (Jerger, 1970) e reflexos acústicos

contralaterais do músculo estapédio presentes bilateralmente (Gelfand, 1984; Jerger e Jerger, 1989).

4.3.2 Avaliação dos PEALL

Após a avaliação audiológica, foram pesquisados os Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL) para avaliar as vias auditivas centrais.

Para a realização dos PEALL, inicialmente foi realizada a limpeza da pele com pasta abrasiva e os eletrodos foram fixados à pele do participante por meio de pasta eletrolítica e fita adesiva (micropore) em posições pré-determinadas no vértex (Cz) e nas mastóides direita (M2) e esquerda (M1), e o eletrodo terra na fronte (Fpz), de acordo com a norma *International Electrode System* IES 10-20 (Jasper, 1958). Os valores de impedância dos eletrodos foram verificados e deveriam situar-se abaixo de 5 kohms, com a impedância intereletrodos até 2 kohms.

Para a captação dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL, os estímulos acústicos (Fala e *Tone Burst*) foram apresentados na intensidade de 75 dBnNA em sala acusticamente tratada com fone de inserção ER-3A, com o participante sentado em uma poltrona reclinável e posicionado de maneira confortável.

Os estímulos acústicos de Fala (sílabas /ba/ e /da/) e *Tone Burst* (frequências de 1000 Hz e 2000 Hz) foram apresentados monoauralmente, em uma velocidade de apresentação de 1.1 estímulos por segundo, totalizando 300 estímulos. A janela de análise foi de 500 ms, sendo utilizados

filtros passa-alto de 1 Hz e passa-baixo de 30 Hz e ganho de 150 K nos dois canais. Dos 300 estímulos que foram apresentados, 15% corresponderam ao estímulo raro. O estímulo de Fala frequente foi a sílaba /ba/ e o raro, a sílaba /da/. O estímulo acústico *Tone Burst* frequente foi 1000 Hz e o raro, a frequência de 2000 Hz.

Para o registro dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300, o participante ficou em estado de alerta, sentado confortavelmente em uma poltrona reclinável e foi orientado a prestar atenção aos estímulos raros que apareceram, aleatoriamente, dentro de uma série de estímulos frequentes, sendo solicitado a contar o número de vezes que o evento raro ocorreu (Musiek e Lee, 2001).

Foram obtidos dois traçados, um correspondente ao estímulo raro e outro ao estímulo frequente. No traçado correspondente ao estímulo frequente, foram identificadas e analisadas as latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e as amplitudes P1-N1 e P2-N2. Por sua vez, no traçado correspondente ao estímulo raro, a onda P300 foi identificada e analisada em relação à sua latência e amplitude N2-P300.

Após a realização dos exames, cópias dos resultados da avaliação auditiva e da avaliação neuropsicológica foram entregues ao responsável pelo participante, ao Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Leitura e Escrita e à Escola de Aplicação da Universidade de São Paulo.

4.3.3 Avaliação fonoaudiológica de leitura e escrita

A avaliação da leitura foi feita pelo Discurso Narrativo Escrito (Fonseca

et al., 2016) que consiste na leitura de um texto narrativo, realizado em etapas: 1. a criança lê um parágrafo por vez e deve recontá-lo; 2. a criança é orientada a ler a história integralmente e a recontá-la; 3. a criança fornece um título à história; 4. a criança responde às questões sobre a narrativa. São avaliados os seguintes aspectos: velocidade de leitura e compreensão da história.

A avaliação da linguagem escrita foi realizada pelo ditado de palavras e pseudopalavras do Protocolo de avaliação de habilidades linguístico-cognitivas (Capellini, 2012). Nessa avaliação, foram ditadas 30 palavras e 10 pseudopalavras para a criança escrever. Os dados do teste apontam se o desempenho está sob atenção, de acordo com cada faixa de escolaridade.

Participaram do grupo estudo as crianças com percentil abaixo de 50 no Discurso Narrativo Escrito e desempenho insatisfatório na prova de ditado. Para formação do grupo controle, os sujeitos apresentaram velocidade de leitura no percentil 50 ou mais, além de desempenho esperado na prova de ditado (Fonseca et al., 2016).

4.3.4 Avaliação neuropsicológica

A Avaliação Neuropsicológica foi realizada por uma neuropsicóloga colaboradora do Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Leitura e Escrita do Curso de Fonoaudiologia do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo**.** Foi utilizada a Escala Wechsler de Inteligência para Crianças 4a Edição – WISC-IV (Wechsler, 2013), instrumento clínico cujo

objetivo é avaliar a capacidade intelectual de crianças e adolescentes de seis anos e 0 meses a 16 anos e 11 meses. Esse teste contém sub testes que avaliam o Índice de Compreensão Verbal, o Índice de Organização Perceptual, o Índice de Memória Operacional e o Índice de Velocidade de Processamento da informação, para aferição do quociente intelectual (QI). Para os grupos pesquisa e controle, os participantes da pesquisa apresentaram QI acima de 80 e índice de compreensão verbal dentro da normalidade.

A análise da avaliação neuropsicológica é feita pela classificação proposta por Davis Wechsler (2013), criador da bateria WISC-IV (ANEXO D).

4.4 Metodologia Estatística

Os resultados encontrados nos PEALL foram analisados separadamente e comparados entre si. No estudo, foram analisadas média, mediana, mínimo, máximo, desvio padrão e p-valor dos resultados de cada avaliação realizada, para cada grupo. Além disso, foram comparados os valores de médias obtidas entre GE e GC e verificados os níveis de significância para cada comparação realizada. Para a comparação de dados contínuos, foram utilizados os testes de ANOVA e de Shapiro-Wilk.

Foi considerada uma probabilidade de erro do tipo I (α) de 0,05 em todas as análises inferenciais e os resultados que mostraram diferença estatisticamente significante (p-valor< 0,05) foram assinalados com asterisco (*).

Foram realizadas as seguintes análises dos resultados:

1 Análise comparativa dos valores de latência dos PEALL com os estímulos *Tone Burst* e Fala entre GE e GC.
2 Análise comparativa dos valores de latência entre *Tone Burst* e Fala no GE e GC.
3 Análise comparativa dos valores de amplitude dos PEALL com os estímulos *Tone Burst* e Fala entre GE e GC.
4 Análise comparativa dos valores de amplitude entre *Tone Burst* e Fala no GE e GC.

5 RESULTADOS

Neste capítulo, apresentamos os resultados obtidos nas avaliações dos PEALL da audição de 40 crianças, divididas em dois grupos de 20 crianças de oito a 11 anos pareadas por sexo e idade, sendo seis do sexo feminino e 14 do sexo masculino.

A média das idades das crianças, tanto do GE quanto do GC, foi de 9,15 anos. A seguir, a Tabela 1 mostra a distribuição das crianças por idade e gênero dos Grupos Estudo e Controle.

Tabela 1 - Caracterização da amostra em relação ao gênero e à idade no Grupo Estudo e no Grupo Controle.

Faixa Etária	8				9				10				11			
(anos)	GE		GC		GE		GC		GE		GC		GE		GC	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Feminino	3	15	3	15	2	10	2	10	0	0	0	0	1	5	1	5
Masculino	5	25	5	25	3	15	3	15	3	15	3	15	3	15	3	15
Total	8	40	8	40	5	25	5	25	3	15	3	15	4	20	4	20

A seguir, são descritos os resultados referentes aos PEALL. As análises foram organizadas em Tabelas e Figuras por tipos de estímulos (TB e Fala), orelhas avaliadas (direita e esquerda) e por grupos (GE e GC). Para facilitar a exposição dos resultados, este capítulo recebeu as seguintes subdivisões:

- 5.1 Análise comparativa dos valores de latência dos PEALL com os estímulos *Tone Burst* e Fala entre GE e GC

- 5.2 Análise comparativa dos valores de latência entre *Tone Burst* e Fala no GE e GC
- 5.3 Análise comparativa dos valores de amplitude dos PEALL com os estímulos *Tone Burst* e Fala entre GE e GC
- 5.4 Análise comparativa dos valores de amplitude entre *Tone Burst* e Fala no GE e GC

5.1 Análise comparativa dos valores de latência dos PEALL com os estímulos *Tone Burst* e Fala entre GE e GC

As Tabelas 2 e 3 apresentam as análises descritivas para os valores de latência (ms) para os componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo *Tone Burst*, nas orelhas direita e esquerda, para os grupos estudo e controle.

Tabela 2 - Comparação dos valores médios de latência (ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo TB, por orelha, no GE.

	Grupo	Orelha	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo	p-valor
P1	GE	Direita	20	81,85	16,59	57,00	76,50	119,00	0,619
		Esquerda	20	80,15	22,51	47,00	76,50	133,00	
N1	GE	Direita	20	123,85	23,40	99,00	114,50	192,00	0,934
		Esquerda	20	124,30	30,81	79,00	117,50	202,00	
P2	GE	Direita	20	168,75	24,58	132,00	169,50	216,00	0,317
		Esquerda	20	176,80	33,43	121,00	175,50	281,00	
N2	GE	Direita	20	228,45	27,83	161,00	222,00	296,00	0,927
		Esquerda	20	229,50	34,17	154,00	225,50	300,00	
P300	GE	Direita	20	340,55	41,21	275,00	339,00	454,00	0,464
		Esquerda	20	345,10	50,87	267,00	342,50	457,00	

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes em relação aos valores de latência para o estímulo *Tone Burst* no Grupo Estudo comparando orelha direita (OD) e orelha esquerda (OE).

Tabela 3 - Comparação dos valores médios de latência (ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo TB, por orelha, no GC.

	Grupo	Orelha	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo	p-valor
P1	GC	Direita	20	72,15	15,47	25,00	75,00	97,00	0,727
		Esquerda	20	73,45	18,53	46,00	73,00	116,00	
N1	GC	Direita	20	116,10	28,36	60,00	115,50	177,00	0,326
		Esquerda	20	121,70	25,13	85,00	119,50	165,00	
P2	GC	Direita	20	168,55	24,53	129,00	166,50	231,00	0,283
		Esquerda	20	162,80	29,03	114,00	161,50	228,00	
N2	GC	Direita	20	226,20	26,81	179,00	230,50	282,00	0,025
		Esquerda	20	211,50	35,69	139,00	218,00	269,00	
P300	GC	Direita	20	323,25	34,18	267,00	326,50	392,00	0,386
		Esquerda	20	326,60	53,57	221,00	326,00	435,00	

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes em relação aos valores de latência para o estímulo *Tone Burst* no Grupo Controle comparando OD e OE, exceto para o componente N2.

Frente aos resultados obtidos nas Tabelas 2 e 3, observou-se que os valores da latência dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 (ms) dos PEALL com estímulo *Tone Burst* não apresentaram diferença estatisticamente significante entre as orelhas direita e esquerda para ambos os grupos, exceto para o componente N2 no grupo controle. Sendo assim, por se tratar de um dado isolado, consideramos para as próximas análises, os valores médios das latências com as orelhas agrupadas para cada grupo (Figura 4).

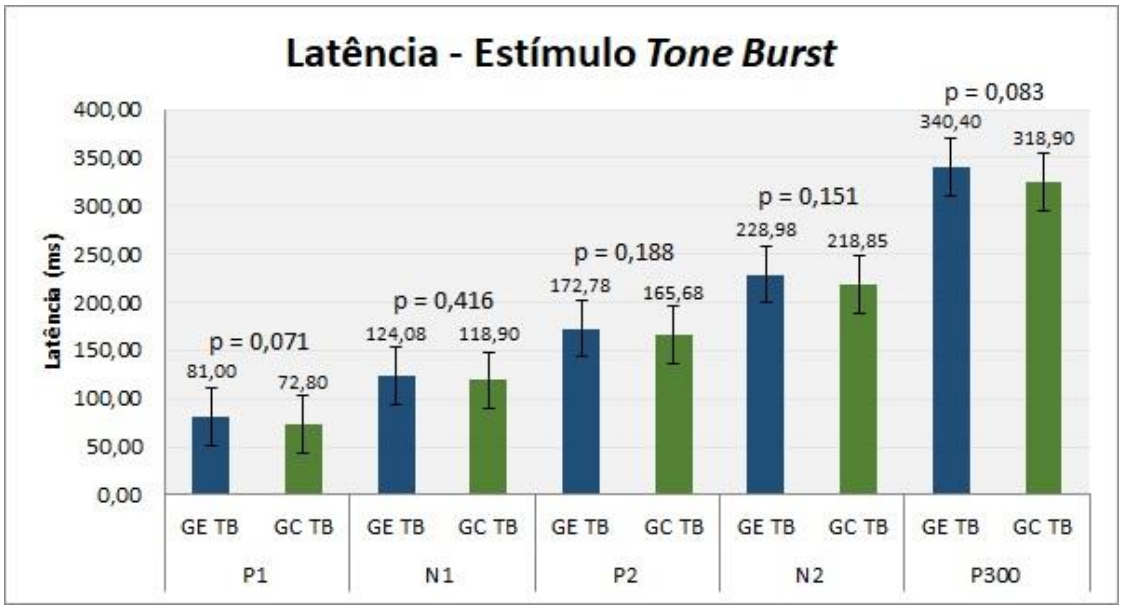


Figura 4 - Comparação dos valores médios de latência (ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo TB no GE e GC.

A partir dos resultados apresentados na Figura 4, verificou-se que, na comparação entre os grupos, não foi observada diferença estatisticamente significante para os valores médios de latência dos componentes do PEALL com estímulo TB.

As Tabelas 4 e 5 apresentam as análises descritivas para os valores médios de latência (ms) para os componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo de Fala, nas orelhas direita e esquerda, para os grupos estudo e controle.

Tabela 4 - Comparação dos valores médios de latência (ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo de Fala, por orelha, no GE.

	Grupo	Orelha	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo	p-valor
P1	GE	Direita	20	83,55	14,76	44,00	85,00	105,00	0,203
		Esquerda	20	88,80	24,22	43,00	93,00	136,00	
N1	GE	Direita	20	136,50	18,16	94,00	134,50	167,00	0,808
		Esquerda	20	137,85	21,94	107,00	135,00	171,00	
P2	GE	Direita	20	187,20	28,45	105,00	189,50	226,00	0,520
		Esquerda	20	181,45	38,32	106,00	186,50	267,00	
N2	GE	Direita	20	238,10	38,80	122,00	247,00	291,00	0,944
		Esquerda	20	237,30	41,13	150,00	248,00	289,00	
P300	GE	Direita	20	341,45	42,49	261,00	357,50	417,00	0,184
		Esquerda	20	339,40	55,93	267,00	323,00	488,00	

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes em relação aos valores de latência para o estímulo de Fala no grupo estudo, comparando OD e OE.

Tabela 5 - Comparação dos valores médios de latência (ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo de Fala, por orelha, no GC.

	Grupo	Orelha	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo	p-valor
P1	GC	Direita	20	85,50	17,58	57,00	87,50	116,00	0,066
		Esquerda	20	95,25	23,84	39,00	100,50	133,00	
N1	GC	Direita	20	132,25	22,01	84,00	131,50	167,00	0,857
		Esquerda	20	133,65	32,31	70,00	132,50	183,00	
P2	GC	Direita	20	182,50	26,77	125,00	183,50	231,00	0,872
		Esquerda	20	181,10	35,16	92,00	183,00	241,00	
N2	GC	Direita	20	233,90	32,02	157,00	232,00	292,00	0,572
		Esquerda	20	228,95	42,34	129,00	238,50	304,00	
P300	GC	Direita	20	320,25	44,41	254,00	317,50	416,00	0,375
		Esquerda	20	315,90	52,91	235,00	318,00	415,00	

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes em relação aos valores de latência para o estímulo de Fala no grupo controle, comparando OD e OE.

Frente aos resultados obtidos nas Tabelas 4 e 5, observou-se que os valores médios da latência dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 (ms) dos PEALL com estímulo de Fala não apresentaram diferença estatisticamente significante entre as orelhas direita e esquerda para ambos os grupos. Sendo assim, consideramos para as próximas análises, os valores médios das latências com as orelhas agrupadas para cada grupo (Figura 5).

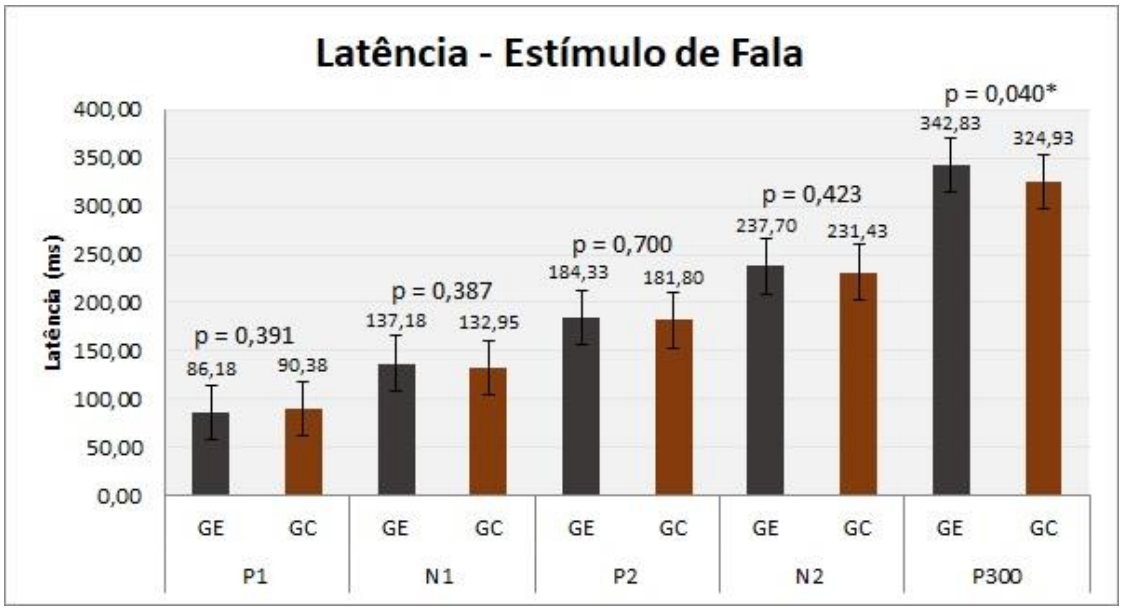


Figura 5 - Comparação dos valores médios de latência (ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo de Fala no GE e GC.

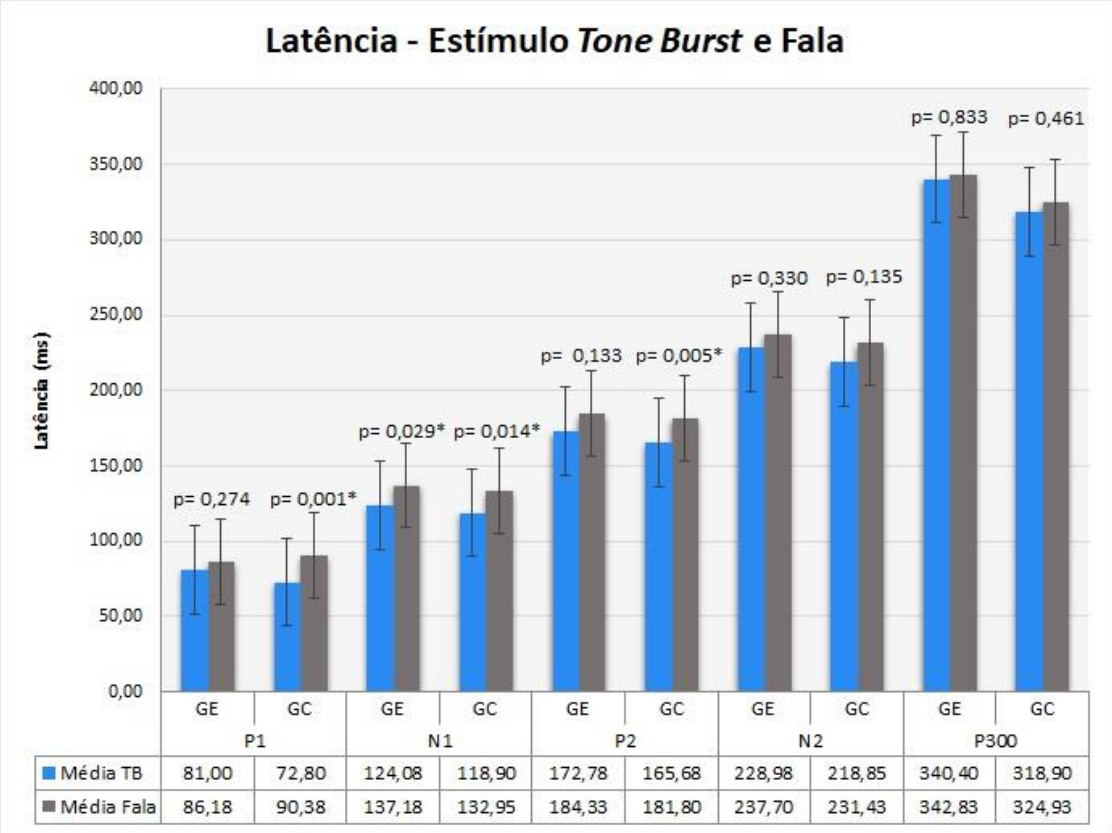
*p-valor considerado estatisticamente significante

A partir dos resultados apresentados na Figura 5, verificou-se que, na comparação entre os grupos, houve diferença estatisticamente significante para o valor médio de latência do componente P300 (p = 0,040) com estímulo de Fala, sendo que o GE apresentou maiores valores de latência quando comparados com o GC.

Ao compararmos os valores médios de latência nos componentes P1, N1, P2 e N2 entre o GE e GC para o estímulo de Fala, apesar de não ter existido diferença estatisticamente significante, o GE apresentou maiores valores médios de latência quando comparados com o GC em todos os componentes, exceto para o componente P1, em que o GE apresentou menor valor do que o GC.

5.2 Análise comparativa dos valores de latência entre *Tone Burst* e Fala no GE e GC

A Figura 6, a seguir, apresenta a comparação dos valores médios das latências dos componentes do PEALL entre o estímulo TB e de Fala em cada grupo.



	P1		N1		P2		N2		P300	
	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC
Média TB	81,00	72,80	124,08	118,90	172,78	165,68	228,98	218,85	340,40	318,90
Média Fala	86,18	90,38	137,18	132,95	184,33	181,80	237,70	231,43	342,83	324,93

Figura 6 - Comparação dos valores médios de latência (ms) dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL entre os estímulos Tone Burst e Fala no GE e GC.

*p-valor considerado estatisticamente significante

Na Figura 6, na comparação entre os tipos de estímulos por grupos, foi observada diferença estatisticamente significante para o valor médio de

latência do componente P1 (p = 0,001) para o GC, do componente N1 para o GE (p = 0,029) e GC (p = 0,014) e do componente P2 para o GC (p = 0,005), sendo que o estímulo TB apresentou menores valores médios de latência quando comparado com o estímulo de Fala.

5.3 Análise comparativa dos valores de amplitude dos PEALL com os estímulos *Tone Burst* e Fala entre GE e GC

As Tabelas 6 e 7 apresentam as análises descritivas para os valores médios das amplitudes *(μV)* P1-N1, P2-N2 e N2-P300 dos PEALL com estímulo *Tone Burst,* nas orelhas direita e esquerda, para os grupos estudo e controle.

Tabela 6 - Comparação dos valores médios das amplitudes (μV) P1-N1, P2-N2 e N2-P300 dos PEALL com estímulo TB, por orelha, no GE.

	Grupo	Orelha	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo	p-valor
P1 - N1	GE	Direita	20	3,50	1,52	1,03	3,75	5,67	0,874
		Esquerda	20	3,57	2,20	0,28	3,66	7,69	
P2 - N2	GE	Direita	20	5,45	3,20	0,71	5,31	13,89	0,104
		Esquerda	20	4,45	3,48	0,24	3,40	13,39	
N2 - P300	GE	Direita	20	6,89	6,34	0,54	4,46	23,65	0,315
		Esquerda	20	7,92	5,82	1,40	6,82	17,57	

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes em relação aos valores de amplitude para o estímulo *Tone Burst* no GE comparando OD e OE.

Tabela 7 - Comparação dos valores médios das amplitudes (µV) P1-N1, P2-N2 e N2-P300 dos PEALL com estímulo TB, por orelha, no GC.

	Grupo	Orelha	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo	p-valor
P1 - N1	GC	Direita	20	3,72	1,76	0,55	3,49	7,78	0,459
		Esquerda	20	4,34	3,29	0,40	3,58	13,03	
P2 - N2	GC	Direita	20	5,95	2,92	0,47	5,87	12,83	0,099
		Esquerda	20	4,86	2,78	0,54	5,01	10,80	
N2 - P300	GC	Direita	20	10,74	6,86	1,38	9,82	25,67	0,247
		Esquerda	20	8,35	8,18	0,85	5,97	29,20	

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes em relação aos valores médios de amplitude para o estímulo *Tone Burst* no GC comparando OD e OE.

Frente aos resultados obtidos nas Tabelas 6 e 7, observou-se que os valores das amplitudes (µV) P1-N1, P2-N2 e N2-P300 dos PEALL com estímulo *Tone Burst* não apresentaram diferença estatisticamente significante entre as OD e OE na comparação para ambos os grupos. Sendo assim, consideramos para as próximas análises, os valores médios das amplitudes com as orelhas agrupadas para cada grupo (Figura 7).

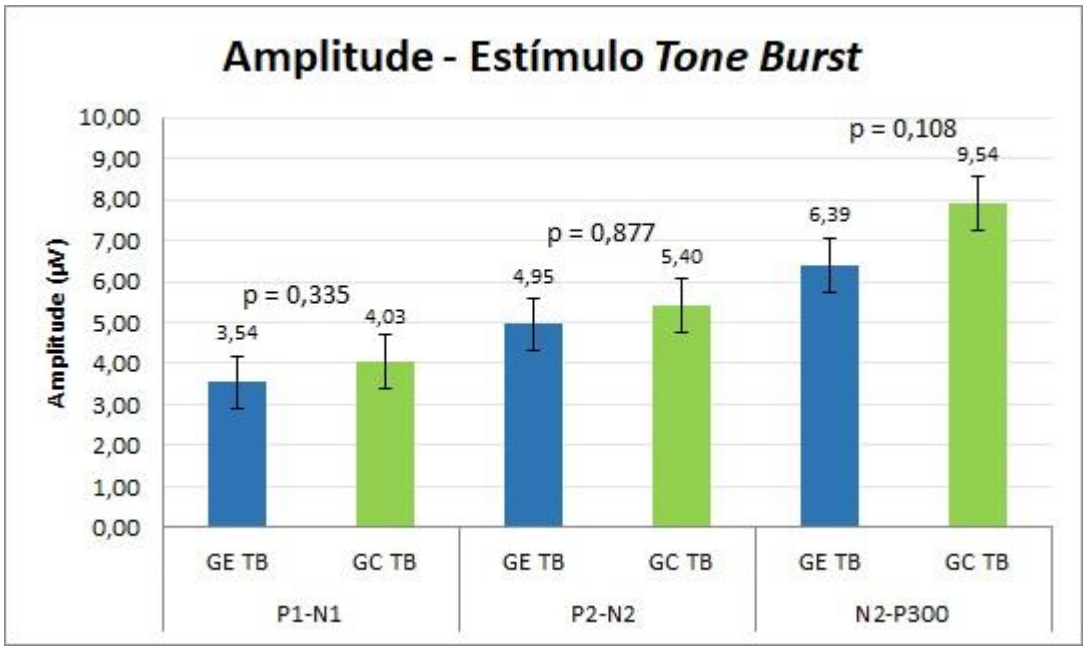


Figura 7 - Comparação dos valores médios das amplitudes (µV) P1-N1, P2-N2 e N2-P300 dos PEALL com estímulo Tone Burst no GE e GC.

A partir dos resultados apresentados na Figura 7, verificou-se que, na comparação entre os grupos, não foi observada diferença estatisticamente significante para os valores médios de amplitude dos componentes do PEALL com estímulo TB.

As Tabelas 8 e 9 apresentam as análises descritivas para os valores médios das amplitudes (µV) P1-N1, P2-N2 e N2-P300 dos PEALL com estímulo de Fala, nas orelhas direita e esquerda, para os grupos estudo e controle.

Tabela 8 - Comparação dos valores médios das amplitudes (µV) P1-N1, P2-N2 e N2-P300 dos PEALL com estímulo de Fala, por orelha, no GE.

	Grupo	Orelha	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo	p-valor
P1 - N1	GE	Direita	20	3,83	1,74	1,39	3,67	7,48	0,871
		Esquerda	20	3,93	2,45	0,82	3,93	9,45	
P2 - N2	GE	Direita	20	4,44	3,43	0,31	3,59	12,15	0,936
		Esquerda	20	4,49	2,73	0,55	3,81	10,21	
N2 - P300	GE	Direita	20	6,85	4,66	0,89	5,39	19,44	0,744
		Esquerda	20	6,37	6,39	0,31	4,69	25,58	

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes em relação aos valores de amplitude para o estímulo de Fala no grupo estudo comparando OD e OE.

Tabela 9 - Comparação dos valores médios das amplitudes (µV) P1-N1, P2-N2 e N2-P300 dos PEALL com estímulo de Fala, por orelha, no GC.

	Grupo	Orelha	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo	p-valor
P1 - N1	GC	Direita	20	2,95	1,39	0,79	2,85	6,16	0,545
		Esquerda	20	3,26	1,65	0,72	2,59	6,14	
P2 - N2	GC	Direita	20	5,30	3,52	0,70	4,72	14,05	0,126
		Esquerda	20	4,24	2,89	0,74	3,90	11,37	
N2 - P300	GC	Direita	20	11,68	6,51	2,44	10,36	24,56	0,781
		Esquerda	20	11,07	7,76	0,94	8,22	24,91	

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes em relação aos valores de amplitude para o estímulo de Fala no grupo controle comparando OD e OE.

Frente aos resultados obtidos nas Tabelas 8 e 9, observou-se que os valores das amplitudes (µV) P1-N1, P2-N2 e N2-P300 dos PEALL com

estímulo de Fala não apresentaram diferença estatisticamente significante entre as orelhas direita e esquerda para ambos os grupos. Sendo assim, consideramos para as próximas análises, os valores médios das amplitudes com as orelhas agrupadas para cada grupo (Figura 8).

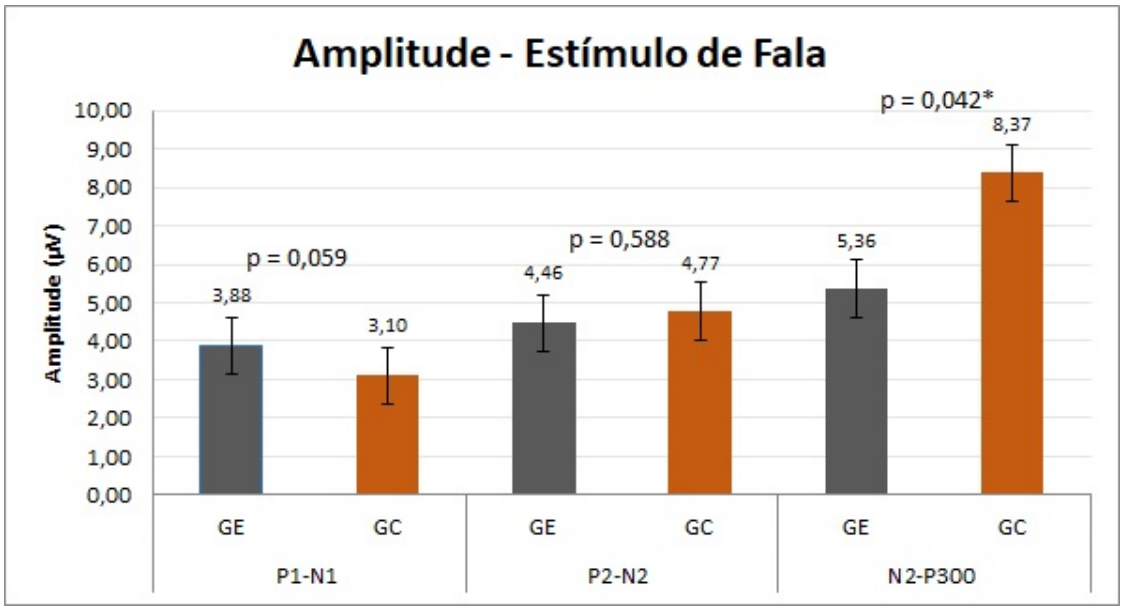


Figura 8 - Comparação dos valores médios das amplitudes (µV) P1-N1, P2-N2 e N2-P300 dos PEALL com estímulo de Fala no GE e GC.

*p-valor considerado estatisticamente significante

A partir dos resultados apresentados na Figura 8, verificou-se diferença estatisticamente significante para os valores médios de amplitude N2-P300 (p= 0,042) com estímulo de Fala, sendo que o GE apresentou menor valor de amplitude N2-P300 quando comparado com o GC.

5.4 Análise comparativa dos valores de amplitude entre *Tone Burst* e Fala no GE e GC

A Figura 9 a seguir apresenta a comparação dos valores médios das amplitudes dos componentes do PEALL entre o estímulo TB e de Fala em cada grupo.

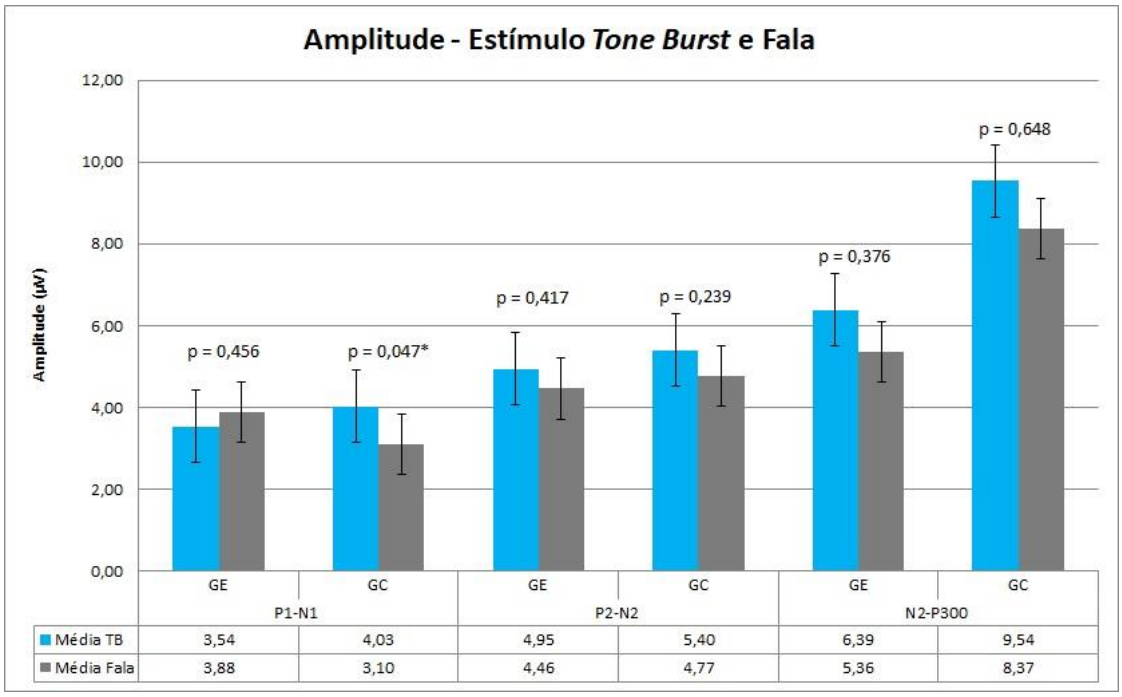


Figura 9 - Comparação dos valores médios das amplitudes (µV) P1-N1, P2-N2 e N2-P300 dos PEALL entre os estímulos Tone Burst e Fala no GE e GC.

Na Figura 9, na comparação entre os tipos de estímulos por grupos, foi observada diferença estatisticamente significante para o valor médio de amplitude P1-N1 (p = 0,047) para o GC, sendo que o estímulo TB apresentou maiores valores médios de amplitude quando comparados com o estímulo de Fala.

O Quadro 2, a seguir, apresenta o resumo dos resultados obtidos nos PEALL com estímulos TB e Fala em cada grupo.

Quadro 2 - Resumo dos resultados obtidos nos PEALL com estímulos Tone Burst e Fala.

Resumo dos Resultados dos PEALL

1. **Latência do PEALL**
   a. **Estímulo TB:**
      Latência GE > GC para P1, N1, P2, N2 e P300.
   b. **Estímulo de Fala**:
      Latência GE > GC para N1, P2, N2 e P300, com diferença estatisticamente significante para o P300;
      Latência GE < GC para P1.
   c. **TB x Fala:**
      Latência TB < Fala para P1, N1, P2, N2 e P300, com diferença estatisticamente significante para o P1 no GC, N1 no GE e GC e P2 no GC.
2. **Amplitude do PEALL**
   a. **Estímulo TB:**
      Amplitude GE < GC para P1-N1, P2-N2 e N2-P300.
   b. **Estímulo de Fala:**
      Amplitude GE < GC para P2-N2 e N2-P300, com diferença estatisticamente significante para o N2-P300;
      Amplitude GE > GC para P1-N1.
   c. **TB x Fala:**
      Amplitude TB > Fala para P2-N2 e N2-P300 no GE e GC;
      Amplitude TB < Fala para P1-N1 no GC.

6 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi caracterizar todos os componentes dos PEALL, tanto para o estímulo *Tone Burst* quanto para o estímulo de Fala, em crianças com alteração de leitura e escrita (GE) em comparação com crianças com desenvolvimento típico (GC). Para isso, foram analisadas as latências dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300, bem como as amplitudes P1-N1, P2-N2 e N2-P300. Além disso, foi realizada uma análise comparativa entre os estímulos TB e Fala em cada grupo.

A seguir, está descrita a discussão referente aos PEALL. Para facilitar a exposição da discussão, este capítulo recebeu as seguintes subdivisões:

- 6.1 Estudo da amostra em relação ao gênero e à idade
- 6.2 Estudo dos PEALL com relação aos valores de latência para *Tone Burst* e Fala
- 6.3 Estudo comparativo dos valores de latência do PEALL entre *Tone Burst* e Fala
- 6.4 Estudo dos PEALL com relação aos valores de amplitude para *Tone Burst* e Fala
- 6.5 Estudo comparativo dos valores de amplitude do PEALL entre *Tone Burst* e Fala

6.1 Estudo da amostra em relação ao gênero e à idade

Neste estudo, conforme a Tabela 1, 40 crianças foram avaliadas, 20 pertencentes ao GE e 20 ao GC, com idades entre oito e 11 anos, sendo 30%

do gênero feminino e 70% do masculino. O GC foi pareado em gênero e idade com o GE.

Quanto ao gênero, foram encontradas mais crianças do gênero masculino do que do feminino com alterações de leitura e escrita. O presente estudo esteve de acordo com vários outros estudos que também verificaram predomínio do gênero masculino em crianças com mau rendimento escolar (Visioli-Melo e Rotta, 2000; Ciasca, 2003; Farias et al., 2004; Arduini, 2006; Hendriksen; 2007, Germano, 2009; Regaçone et al., 2014). As razões dessas diferenças de gênero têm sido atribuídas a causas genéticas, anatômicas, de especialização hemisférica, ou mesmo sociais, dependendo da população estudada (Ciasca, 2003). De acordo com Hendriksen (2007), os problemas de aprendizagem são identificados com maior frequência entre o gênero masculino e estariam relacionados a uma presença maior de alterações de comportamento, tanto déficit de atenção como hiperatividade, em relação ao gênero feminino.

Jirsa e Clontz (1990) e Engelmann e Ferreira (2009) descreveram diferenças no processamento do estímulo acústico em nível periférico e central entre os gêneros, sendo mais lento no gênero masculino, o que compromete o desenvolvimento de habilidades cognitivas de linguagem, refletindo em prejuízos na aprendizagem escolar. Tal fato justifica o maior número de crianças do gênero masculino, principalmente em relação ao grupo com queixas de dificuldades escolares.

Quanto à faixa etária envolvida neste estudo, dois fatores foram considerados, o processo de alfabetização e a maturação auditiva. Enfatiza-

se que as crianças precisam estar alfabetizadas até os oito anos de idade e devem ser monitoradas por meio de avaliações periódicas, de acordo com a diretriz estabelecida no decreto Nº 6.094/07 que dispõe sobre a implementação do Plano de Metas, pela União Federal, visando à mobilização social pela melhoria da qualidade da educação básica.

Aos oito anos de idade, as crianças do GE da presente pesquisa já tinham sido submetidas ao processo de aprendizagem e apresentavam alterações de leitura e escrita verificadas por meio da avaliação fonoaudiológica. Diniz Júnior et al. (1997), Farias et al. (2004), Soares et al. (2011) e Bhat et al. (2018), em estudos realizados na população em idade escolar a partir dos oito anos, concluíram que os PEALL podem auxiliar no monitoramento da evolução funcional auditiva em crianças com alterações de leitura e escrita.

Além disso, na faixa etária do presente estudo, embora a maturação auditiva não seja considerada completa, já existem critérios de normalidade para os valores de latência para os componentes dos PEALL para crianças na faixa etária entre cinco e 12 anos de idade (McPherson, 1996). Sendo assim, de acordo com esse autor, todos os participantes desta pesquisa estariam dentro dos mesmos critérios de normalidade de acordo com o período maturacional do PEALL.

Antes da discussão propriamente dita com relação aos resultados encontrados neste estudo, vale ressaltar que na literatura da área, a maioria dos estudos que realizou o PEALL, analisou apenas o componente P300 na população que apresentava alterações de leitura e escrita. Do mesmo modo,

foi encontrado um número relativamente maior de estudos que utilizou o estímulo TB em comparação ao estímulo de Fala.

Neste estudo, as Tabelas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 contêm as análises descritivas para os valores médios de latência e amplitude dos PEALL. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre as orelhas direita e esquerda, exceto com relação aos valores de latência de N2. Sendo assim, para as análises foram considerados os valores médios das latências e amplitudes, para os estímulos TB e de Fala, com as orelhas agrupadas para cada grupo.

6.2 Estudo dos PEALL com relação aos valores de latência para *Tone Burst* e Fala

A Figura 4 contêm as análises descritivas para os valores médios de latência dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo TB, para o GE e GC, respectivamente. Na comparação entre os grupos, foram observados maiores valores médios de latência para todos os componentes do PEALL no GE quando comparados com o GC, no entanto não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes.

Como já descrito anteriormente, na maioria dos estudos descritos não foram analisados todos os componentes do PEALL, ou seja, na literatura foram encontrados poucos estudos que analisaram os componentes P1, N1, P2 e N2 além do P300 (Purdy, 2000; Breznitz e Misra, 2003; McArthur e

Bishop, 2004; Moisescu-Yiflach e Pratt, 2005; Hämäläinen et al., 2007; Regaçone et al., 2014 e Mırıcı et al., 2018).

No presente estudo, na comparação dos valores de latência da onda P300 entre os grupos, constatou-se que a média do GE (340,40 ms) foi mais elevada em relação ao do GC (318,90 ms), no entanto não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre essas médias, corroborando os estudos de Aquino et al. (2000), Farias et al. (2004), Soares et al. (2011), Wiemes et al. (2012), Oliveira et al. (2013), Papagiannopoulou e Lagopoulos (2017), Souza et al. (2017) e Cunha et al. (2019) nos quais foram constatados aumento nos valores de latência no P300 em crianças com dificuldades de aprendizagem, mas sem diferença estatisticamente significante em relação ao grupo de crianças com desenvolvimento normal. Vale ressaltar que os estudos acima citados analisaram apenas o componente P300.

Farias et al. (2004) estudaram o P300 em 43 crianças com histórico de repetência escolar e em 60 sem esse histórico. As crianças com repetência escolar apresentaram valores maiores de latência do P300, no entanto, sem diferença estatisticamente significante em relação ao grupo de crianças sem histórico de repetência. Nessa pesquisa, comparando os valores médios entre os grupos, foi observado que a diferença de desempenho foi muito maior da encontrada na atual pesquisa. A média de latência do P300 para as crianças sem histórico de repetência escolar foi de 332,25 ms e as crianças com esse histórico foi de 413,23 ms, enquanto que na presente pesquisa, a diferença entre os dois grupos foi menor, conforme pode ser visto anteriormente. Entretanto, existe uma importante diferença no método dos estudos. A

presente pesquisa teve como GE somente crianças com alterações de leitura e escrita, já na pesquisa citada, as crianças apresentavam repetência escolar, podendo ter ocorrido por diversos motivos que não apenas dificuldade de leitura e escrita.

Na pesquisa de Wiemes et al. (2012), com 21 crianças com distúrbios de leitura e escrita entre sete e 14 anos, foram avaliados apenas os valores de latência do P300 e foi encontrado valor médio de 366,5 ms nas crianças com alterações e 301,9 ms nas crianças com desenvolvimento típico. No presente estudo, o valor médio da latência da onda P300 foi 340,40 ms no GE. Os resultados obtidos mostraram que os valores de latência variaram consideravelmente na população estudada, sendo que os mesmos estiveram acima dos critérios de normalidade, sugerindo uma imaturidade neuronal. Acredita-se que, nesta faixa etária, ocorre uma tendência natural de diminuição destas latências até os 15 anos e que avaliações por meio do P300 possam ser utilizadas tanto nas avaliações diagnósticas como no acompanhamento da evolução das disfunções cognitivas.

Soares et al. (2011) realizaram o P300 em 12 crianças com alterações de leitura e escrita, com idades entre oito e 12 anos, e verificaram atraso nos valores de latência, mas sem diferença estatisticamente significante em relação ao grupo de crianças sem alterações. Os autores sugerem que o atraso nos valores de latência do P300 esteja relacionado à alteração do processamento auditivo, resultando em falhas no mecanismo neural ou em alterações neurofisiológicas que podem estar relacionadas às dificuldades de aprendizagem.

O presente estudo não corrobora os estudos de Diniz et al. (1997), Visioli-Melo e Rotta (2000), Farias et al. (2004) e Regaçone et al. (2014), os quais também analisaram apenas o componente P300 e constataram aumento nos valores de latência no P300 em crianças com dificuldades de aprendizagem em relação ao grupo controle, mas com diferenças estatisticamente significantes.

Farias et al. (2004) e Regaçone et al. (2014), apresentaram objetivos e metodologias semelhantes aos da presente pesquisa, encontrando valores de latências do P300 maiores nas crianças com mau rendimento escolar em comparação às crianças com bom desempenho acadêmico, mas com diferença estatisticamente significante. De acordo com os autores, haveria relação direta entre o tempo de processamento do estímulo auditivo e a latência de alguns componentes dos potenciais corticais, de forma que quanto maior o tempo de percepção das características do estímulo acústico pelo indivíduo, maior seriam os valores de latência das ondas, o que justificaria os maiores valores de latências encontrados no componente P300 no grupo de crianças com alterações de leitura e escrita.

Alguns autores sugerem que os valores aumentados do P300 podem indicar prejuízo no processamento cognitivo, em que valores maiores de latências e menores de amplitudes em crianças com dificuldades de aprendizagem, quando comparados ao grupo de crianças com desenvolvimento típico, sugerem uma maturação mais lenta das vias auditivas centrais e alteração do processamento auditivo (Diniz et al., 1997; Wiemes et al., 2012).

Acredita-se que maiores valores de latência podem estar relacionados à mielinização das estruturas centrais auditivas, a qual pode refletir na estabilização dos valores obtidos nos PEALL. A latência informa o tempo, em milissegundos, do processamento acústico (Romero et al., 2015).

Com relação aos demais componentes do PEALL, como o P1, N1, P2 e N2, neste estudo, também foram encontrados valores médios de latência maiores no GE, mas sem diferenças estatisticamente significantes.

No estudo de Purdy et al. (2002), foram realizadas análises de todos os componentes exógenos e endógenos do PEALL em 10 crianças, com idades entre sete e 11 anos, com distúrbio de aprendizagem. Os autores observaram valores de latência do componente P1 precoce e o P300 apresentou valores de latência aumentados no grupo de crianças com distúrbio de aprendizagem em comparação ao grupo de crianças com desenvolvimento típico, com diferença estatisticamente significante, o que não corrobora a presente pesquisa. Embora todas as crianças com distúrbio de aprendizagem tenham apresentado respostas nos PEALL, apenas 40% apresentou o componente P300 no traçado do estímulo raro. Sendo assim, os autores sugeriram que uma morfologia com respostas ausentes ou aumentadas pode ser utilizada clinicamente para auxiliar no diagnóstico tanto de distúrbio de aprendizagem como do processamento auditivo alterado. Com relação aos valores de latência precoce do componente P1 nas crianças com distúrbio de aprendizagem, os autores referiram não ter encontrado este achado em estudos anteriores.

No estudo de Regaçone et al. (2014) foram avaliados todos os componentes do PEALL em 30 crianças, com idades entre sete e 14 anos,

com transtorno de aprendizagem. Nesse estudo, os autores verificaram diferenças estatisticamente significantes, em comparação a um grupo de crianças sem alterações, para as médias das latências de N1, P2, N2 e P300 na orelha esquerda e de N1 e P2 na orelha direita, com maiores valores no registro das crianças com transtorno de aprendizagem. Os autores acreditam que maiores valores para as latências de N1 em escolares com transtorno de aprendizagem podem evidenciar alterações básicas de processamento auditivo nessa população. Do mesmo modo, neste mesmo grupo, o componente P2 com aparecimento tardio poderia sugerir déficit na codificação e caracterização da informação recebida pela via auditiva central. Com relação ao componente N2, o qual ocorreu de forma deficitária, os autores acreditam que pode ser indicador de que as funções de discriminação e atenção estariam alteradas. Neste estudo, os valores médios de latência da onda P300 foram aumentados, sugerindo déficits perceptuais auditivos nessa população. Apesar de todos os componentes do PEALL do presente estudo apresentarem valores maiores de latência no GE em comparação ao GC, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes, o que ocorreu nos estudos de Regaçone et al. (2014), provavelmente devido a diferenças metodológicas entre os estudos.

Moisescu-Yiflach e Pratt (2005) encontraram valores de latência de N1 aumentada com diferença estatisticamente significante em um grupo de crianças com dislexia em relação a um grupo de crianças com desenvolvimento normal. Os autores acreditam que alterações no componente N1 podem indicar déficit no processamento sensorial em

crianças com dislexia. Vale ressaltar que nos estudos de Moisescu-Yiiflach e Pratt (2005), o estímulo utilizado foi ruído branco, o que pode justificar a diferença estatisticamente significante encontrada, a qual não foi observada no presente estudo.

Breznitz e Misra (2003) observaram que crianças disléxicas apresentavam atraso nos valores de latência para o componente P2, com diferença significante em relação a um grupo de crianças não disléxicas, o que diverge do presente estudo. Os autores do estudo citado avaliaram uma amostra de crianças e adultos disléxicos pareados por sexo e faixa etária com um grupo de crianças e adultos com desenvolvimento típico. No entanto, os adultos disléxicos não apresentaram alteração para esse parâmetro, o que, segundo os autores, forneceria um indício de que é concebível que um treino para integração auditivo-visual poderia ser benéfico para o desenvolvimento de uma leitura eficaz em crianças.

Hämäläinen et al. (2007) realizaram um estudo semelhante e encontraram diferença estatisticamente significante entre os grupos, em que os disléxicos apresentaram maiores valores de latência para o componente P2. Os autores afirmaram que esse achado poderia indicar um déficit na eficiência de extração de características de estímulos ou de mecanismos relacionados à atenção. Os autores também observaram diferenças estatisticamente significantes para os valores de latência do componente N2 entre as crianças disléxicas e as não disléxicas, sendo que as crianças com dislexia apresentaram maiores valores para esse componente. Esse achado não corrobora a presente pesquisa, devido à presença de diferença significante para os componentes P2 e N2 entre os resultados dos disléxicos

e os participantes com desenvolvimento típico. De acordo com os autores, a resposta passiva e automática pré-atencional, eliciada pela discriminação de um estímulo raro, em meio aos estímulos frequentes, durante o registro do PEALL, se deu de forma deficitária nas crianças com dislexia deste estudo, sendo indicador de que as funções de discriminação e atenção estariam alteradas.

McArthur e Bishop (2004) estudaram o PEALL em um grupo de crianças com dificuldade de linguagem e aprendizagem. Os autores observaram que as crianças com dificuldade de aprendizagem foram menos capazes de discriminar frequências na avaliação comportamental do processamento auditivo, apresentaram leitura deficiente para não palavras e valores de latência das ondas do complexo N1-P2-N2 com atraso. Os autores concluíram que esses resultados sugeriam uma imaturidade do córtex auditivo.

No estudo de Mırıcı et al. (2018), em 30 crianças de sete a 14 anos com dificuldades de aprendizagem, foram observados maiores valores para as latências dos componentes P1 e N1 com diferença estatisticamente significante em relação a crianças com desenvolvimento típico, evidenciando alterações básicas de processamento auditivo nessa população.

Na comparação dos valores de latência dos componentes dos PEALL dos grupos GE e GC, no presente estudo, em que foram observados valores médios maiores no GE, mas sem diferenças estatisticamente significantes, houve concordância com outros estudos da literatura no sentido de haver evidências de relação direta entre o tempo de processamento auditivo e a latência de alguns componentes do PEALL. Sendo assim, quanto mais tempo

o indivíduo utilizar para perceber e determinar as características do estímulo recebido, maiores seriam os valores de latência dos componentes do PEALL (McPherson,1996; Purdy et al., 2002; Hall, 2006; Regaçone et al., 2014).

A Figura 5 contêm as análises descritivas para os valores médios de latência dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo de Fala para o GE e GC, respectivamente. Na comparação entre os grupos, foi observada diferença estatisticamente significante para os valores médios de latência do componente P300, sendo que o GE apresentou maiores valores de latências quando comparados com o GC.

No estudo de Bhat et al. (2018), os PEALL com estímulos de Fala foram registrados em oito crianças com dificuldades de aprendizagem, com idades entre sete e 14 anos, pareadas por gênero e idade com crianças com desenvolvimento típico, e foram analisados os valores de latência apenas dos componentes P1, N1 e P2. Os componentes P1, N1, P2 nas crianças com desenvolvimento típico apresentaram menores valores de latências em comparação com as crianças com dificuldades de aprendizagem, mas sem diferença estatisticamente significante, o que corrobora os achados da presente pesquisa. Apesar das diferenças não terem sido significantes, os autores consideraram que o atraso nos valores de latências destes componentes pode ser devido a funções corticais alteradas, curto período de atenção ou déficits na sincronização da informação cortical auditiva associados a fatores de atenção auditiva.

O estudo de Hämäläinen et al. (2011), em 11 crianças com diagnóstico de dislexia e 11 com desenvolvimento típico, em que foram estudados os

componentes N1 e P2 correlacionando-os com as respostas apresentadas no eletroencefalograma (EEG), mostrou resultados semelhantes ao da presente pesquisa. Os autores não encontraram diferença estatisticamente significante para o componente N1 entre as crianças com dislexia e o controle. Este estudo foi realizado com estímulos verbais.

Devido aos poucos estudos encontrados, não foi possível comparar o presente estudo com estudos anteriores de PEALL com estímulo de Fala em crianças com dificuldades de aprendizagem. De qualquer modo, as respostas encontradas neste estudo, para os valores de latência com estímulo de Fala, seguiram os mesmos padrões observados com estímulo TB, ou seja, o GC apresentou respostas médias para os valores de latência melhores que as do GE para todos os componentes, mas sem diferença estatisticamente significantes, com exceção ao P300, em que houve diferença estatística.

Alguns autores relataram que o PEALL realizado com estímulo de Fala pode ser utilizado para relacionar o processamento auditivo central como preditor do desenvolvimento de habilidades cognitivas e linguísticas (Choudhury, Benasich, 2011; Ameqbel e Mcmahon, 2015).

Kraus e Nicol (2003) e Korczak et al. (2005) referem que a realização dos PEALL com estímulo de Fala seriam ideais para o estudo das bases neurais da detecção e discriminação da fala, contribuindo para informações adicionais do processamento de sinais complexos.

Os estímulos de Fala têm sido utilizados para fornecer informações do processamento do sinal de fala em situações em que a avaliação comportamental não é um método preciso, auxiliando na identificação de alterações de detecção ou discriminação de fala (Martin et al., 2008).

Em estudo realizado por Alvarenga et al. (2013), utilizando estímulo de Fala no PEALL em crianças com dislexia, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes para os valores de latência dos componentes N1 e P2, mas o mesmo influenciou nos valores de latência de N2 e P3. Os autores consideraram esse achado esperado, visto que o componente P3 é um potencial cognitivo que não sofre influência do estímulo; portanto, esse dado corrobora o que já foi citado na literatura (Tampas et al, 2005; Massa et al., 2011; Bennett et al., 2013).

No presente estudo, o PEALL, principalmente o componente P300, realizado com o estímulo de Fala, mostrou-se efetivo para identificar possíveis alterações de processamento cortical de estímulos acústicos em crianças com alterações de leitura e escrita. Acredita-se que pelo fato do estímulo de Fala ser mais complexo que o estímulo TB, os valores de latência encontrados foram maiores no GE.

Provavelmente, como citado acima, a diferença estatisticamente significante encontrada entre o GE e GC para os valores de latência no componente P300 com estímulo de Fala, o que não ocorreu com estímulo TB neste estudo, deva-se ao fato de o estímulo verbal ser mais complexo (Kraus e Nicol, 2003). Além disso, por ser um estímulo mais longo, ou seja, com tempo de duração maior quando comparado com o TB, necessita de mais tempo para ser codificado e processado pelo córtex auditivo (Matas et al., 2013), o que justificaria o aumento dos valores de latência dos componentes P1, N1, P2 e N2 e com diferença estatisticamente significante do componente P300 com estímulo de Fala visualizados na Figura 5.

6.3 Estudo comparativo dos valores de latência do PEALL entre *Tone Burst* e Fala

A Figura 6 apresenta as análises comparativas para os valores médios de latência dos componentes P1, N1, P2, N2 e P300 dos PEALL com estímulo TB e de Fala para o GE e GC, respectivamente. Para o estímulo TB foram encontrados menores valores médios de latência para todos os componentes do PEALL em ambos os grupos quando comparados com o estímulo de Fala, com diferença estatisticamente significante para os componentes P1, N1 e P2 no GC e apenas no N1 no GE. Sendo assim, foi possível observar maiores diferenças dos componentes do PEALL entre o estímulo Tone Burst e de Fala no GC do que no GE.

Tanto para o estímulo TB quanto para o estímulo de Fala, o GE apresentou valores médios de latência maiores que o GC, exceto para o componente P1 com estímulo de Fala, sugerindo maior comprometimento no processamento de estímulos acústicos e de habilidades de discriminação, integração e atenção auditivas, mesmo com QI dentro da normalidade, em crianças com alteração de leitura e escrita.

Para Picton (1992), a latência varia de acordo com a dificuldade em discriminar os estímulos, assim, quando a discriminação entre o estímulo raro e o estímulo frequente for mais difícil, a latência do P300 aumenta demonstrando a necessidade de um maior tempo para realizar a discriminação entre os dois estímulos, o que justifica mais dificuldade com o estímulo de Fala em comparação ao estímulo TB.

No estudo de Matas et al. (2015), em que foi caracterizado os PEALL para os estímulos de Fala e TB, em crianças audiologicamente normais com idades entre seis e 13 anos, verificou-se que as latências de todos os componentes obtidos com estímulo de Fala foram maiores do que com TB, demonstrando que estímulos diferentes geram respostas corticais distintas.

Tratando-se da comparação de estímulos de Fala e *TB*, uma diferença entre eles era esperada, visto que as ativações centrais são diferentes para cada estímulo, o que corrobora o estudo de Alvarenga et al. (2013), em que os autores referem que o tipo de estímulo utilizado é uma variável importante na obtenção dos componentes N2 e P300. Os estímulos verbais constituem tarefa de dificuldade de escuta maior quando comparados com a discriminação de estímulos não verbais. Linden (2005) e Polich (2007) observaram que a latência do P300 aumenta quando os estímulos para discriminação são mais difíceis do que o padrão, ou seja, a latência é sensível à demanda do processamento da tarefa.

Acredita-se que, como todas as crianças apresentavam níveis cognitivos semelhantes, aferidos pelo WISC-IV, as diferenças nos valores de latência do PEALL ficaram mais evidentes apenas quando se tratou de um estímulo mais complexo como o de Fala, demonstrando o comprometimento das habilidades mais relacionadas aos aspectos de discriminação e ao processamento da informação auditiva.

6.4 Estudo dos PEALL com relação aos valores amplitude para *Tone Burst* e Fala

Uma grande dificuldade de comparar os estudos de PEALL com a literatura é a diversidade de protocolos utilizados para registro e análise. Diversos parâmetros, tais como tipo de estímulo, locais de eletrodos e intervalo inter-estímulo, por exemplo, podem gerar respostas diferentes (Silva et al., 2017). Na literatura, não foram encontrados estudos que avaliaram os valores de amplitude para TB em crianças com alterações de leitura e escrita, sendo que foram considerados principalmente o valor de latência do P300 para TB.

A Figura 7 apresenta a análise comparativa para os valores médios das amplitudes P1-N1, P2-N2 e N2-P300 dos PEALL com estímulo TB, para o GE e GC, respectivamente. Na comparação entre os grupos, foi observado que os valores médios de amplitude para o GC foram maiores que os do GE para todos os componentes do PEALL, apesar de não haver diferença estatisticamente significante, demonstrando, assim, uma tendência de respostas melhores para o GC.

Poucos autores analisaram valores de amplitude dos PEALL em seus estudos devido à variabilidade e falta de dados normativos para este parâmetro.

O estudo de Regaçone et al. (2014), em 30 crianças de sete a 14 anos com transtorno de aprendizagem, também avaliou todos os componentes e foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre o grupo de crianças com transtorno de aprendizagem e o grupo de crianças com

desenvolvimento típico em relação às médias das amplitudes dos componentes do PEALL. Nesse estudo, foi observada diminuição nos valores de amplitude no componente N2 na orelha esquerda e nos componentes N1 e N2 na orelha direita no grupo de crianças com transtorno de aprendizagem. Para os autores, a diminuição da amplitude poderia estar relacionada à reduzida quantidade de atividade elétrica envolvida no processamento em áreas primárias e secundárias, e no córtex auditivo supratemporal. Acredita-se que estas áreas estariam envolvidas nas habilidades auditivas mais complexas relacionadas ao processamento auditivo-linguístico, as quais são deficitárias nas crianças com transtorno de aprendizagem.

Já no estudo de Mırıcı et al. (2018), foram observados valores médios de amplitude menores em P2 e P300 para a orelha direita nas crianças com dificuldade de aprendizagem em relação aos valores obtidos em crianças com desenvolvimento típico.

O P2, componente exógeno, tem sua amplitude relacionada à discriminação auditiva e é considerado um biomarcador de aprendizagem dos aspectos auditivos e linguísticos, sendo que mudanças na morfologia dessa onda pode estar correlacionada ao aumento da sincronia neural e associado à melhora da percepção de fala (Tremblay et al., 2001; Tremblay et al., 2014).

Alguns autores consideram que a amplitude dos componentes dos PEALL esteja relacionada à sinaptogênese e à arborização dendrítica, cujo crescimento ocorre dos dois aos seis anos de idade, mas que, em seguida, passa por um período de estabilização funcional, em que há o desenvolvimento completo dos dendritos (Eggermont, 1988; Musiek et al.,

1988). Para outros autores, a amplitude sugere a extensão de neurônios ativos nos processos cognitivos (Romero et al., 2015).

Segundo Lippanen e Lyytinen (1997), em estudo realizado entre crianças disléxicas e não disléxicas, as maiores diferenças entre os grupos foram encontradas especialmente na amplitude do P300, a qual se apresentava menor nas crianças disléxicas. Os autores justificaram tais achados nas possíveis diferenças das funções cognitivas superiores.

Estudos em crianças com alterações de aprendizagem por meio da avaliação com PEALL sugerem déficits na atenção auditiva, discriminação, armazenamento da informação auditiva e sua associação com a informação linguística, o que pode ser um fator que contribui para as dificuldades de leitura e escrita. Alguns autores acreditam que a diminuição da amplitude do P300 pode ser sugestivo de falhas no mecanismo neural ou alterações neurofisiológicas responsáveis pelo processamento auditivo, as quais podem estar relacionadas às dificuldades de aprendizagem (Farias et al., 2004; Soares et al., 2011; Regaçone et al., 2014).

No entanto, alguns autores relatam que, a amplitude apresenta importante variabilidade, sendo este o motivo por não ser muito utilizada como critérios de avaliações clínicas (Polich et al., 1985). Segundo Picton (1992), quando a amplitude do componente P300 encontra-se menor é possível que exista algum déficit no processamento cognitivo. Por este motivo, a latência seria o indicador mais confiável, pois a amplitude dificilmente apresenta valores alterados.

No estudo de Purdy et al. (2002), em 10 crianças de sete a 11 anos com distúrbio de aprendizagem, um dos poucos em que foram realizadas as análises de todos os componentes exógenos e endógenos do PEALL com estímulo TB, foram encontradas menores amplitudes dos componentes P1, N1 e P3 nas crianças com distúrbio de aprendizagem em comparação ao grupo de crianças com desenvolvimento típico, com diferença estatisticamente significante. Os autores acreditam que os resultados do PEALL indicavam que as mudanças no processamento cortical podem ser responsáveis, pelo menos em parte, pelas dificuldades de processamento auditivo encontradas em crianças com distúrbio de aprendizagem. Deste modo, os autores consideraram que os PEALL com morfologia alterada ou respostas ausentes podem ser usados clinicamente para auxiliar no diagnóstico de alteração do processamento auditivo. Embora, neste estudo, todas as crianças com distúrbio de aprendizagem tinham apresentado respostas no PEALL, nem todos (apenas 40%) apresentaram o componente P3. Um pico P3 pode ser registrado quando os participantes ignoram um estímulo frequente e prestam atenção num estímulo raro num paradigma denominado *odd ball*. Sendo assim, o P3 deveria refletir uma mudança de atenção devido ao estímulo ser notado.

A Figura 8 traz a análise comparativa para os valores médios das amplitudes P1-N1, P2-N2 e N2-P300 dos PEALL com estímulo de Fala para o GE e GC, respectivamente. Na comparação entre os grupos, foi observada diferença estatisticamente significante para os valores médios de amplitude do componente P300, sendo que o GE apresentou menores valores médios de amplitude quando comparado com o GC.

De acordo com Polich e Herbest (2000), a amplitude do componente P300 com estímulo não verbal é considerada uma medida da atividade do SNAC, refletindo, assim, o processamento da entrada da informação acústica em relação à memória auditiva. Portanto, a variação do componente P300 reflete o grau e a qualidade do processamento das informações recebidas.

Desta forma, possivelmente as crianças com alterações de leitura e escrita do presente estudo processam as informações acústicas com maior dificuldade quando comparadas às crianças do GC, ativando menos estruturas neuronais do SNAC, o que levaria a uma redução na amplitude deste componente (McPherson, 1996).

Tremblay et al. (2001) estudaram a amplitude N1-P2 em jovens com desenvolvimento típico por meio de estímulo de Fala. Os participantes foram testados antes e após o treinamento auditivo, tanto por meio de testes comportamentais, quanto por testes eletrofisiológicos. Após o treinamento, os participantes apresentaram um aumento da amplitude N1-P2. Os autores concluíram que essa mudança seria um reflexo do aumento da sincronia neural, bem como do aumento das conexões neurais, associadas a uma melhora na percepção da fala.

Bonte e Blomert (2004) correlacionaram o PEALL com processamento fonológico durante o reconhecimento de palavras para crianças disléxicas e leitoras normais. Nos resultados encontrados no grupo dos leitores sem dificuldades, observou-se valores maiores na amplitude de N1 e N2 e nas crianças disléxicas diminuição na amplitude dos componentes N1 e N2. Segundo os autores, esses resultados indicariam uma alteração do

processamento fonológico em disléxicos. Os autores afirmaram, ainda, que esses achados podem indicar que N1 e N2, medidos em crianças, podem mostrar alterações do desenvolvimento como um todo e alterações no processamento de fala em alterações como a dislexia. Os autores sugeriram que as diferenças de morfologia de N1 e N2 entre os grupos indicam um processo de recrutamento diferente do que o recrutamento de fonte neural, durante o processamento de fala em crianças disléxicas.

Na presente pesquisa, não foi encontrada diferença estatisticamente significante para a amplitude N1-P2, quando comparamos os resultados dos GE e GC. No entanto, acredita-se que os valores menores de amplitude no PEALL com estímulo de Fala observados, com diferença estatística para o componente P300, poderia ser indicativo de mais um parâmetro do comprometimento do processamento verbal na população estudada.

6.5 Estudo comparativo dos valores de amplitude do PEALL entre *Tone Burst* e Fala

A Figura 9 apresenta a análise comparativa para os valores médios das amplitudes P1-N1, P2-N2 e N2-P300 dos PEALL entre o estímulo TB e de Fala para o GE e GC, respectivamente. Neste estudo, maiores valores médios de amplitude foram encontrados para o estímulo TB quando comparados com o estímulo de Fala, exceto para a amplitude P1-N1 no GE.

Na comparação dos valores médios de amplitude entre TB e Fala, mais uma vez, foi possível verificar que o GE apresentou respostas piores com

estímulo de Fala, demonstrando assim um maior comprometimento no processamento de estímulos mais complexos em relação ao GC.

Os resultados do presente estudo demonstraram diminuição da atividade neuronal para a discriminação dos estímulos de Fala, bem como para o processamento atencional de ordem superior do córtex auditivo dado pela diminuição na amplitude N2-P300 para o GE.

O padrão acústico dos estímulos TB e de Fala diferem, sendo de grande importância a realização destes exames com os dois tipos de estímulos para que seja feita a comparação da forma de processamento destes diferentes estímulos acústicos no SNAC, uma vez que estímulos diferentes geram respostas corticais distintas (Matas et al., 2011; Matas, 2015). Na literatura, a maioria dos estudos focam apenas na avaliação com estímulo TB e foi encontrado apenas um estudo em crianças com alterações de leitura e escrita em que o estímulo verbal foi utilizado para eliciar os PEALL (Bhat et al., 2018).

Os estudos de Tampas et al. (2005), Geal-Dor et al. (2005), Massa et al. (2011), Bennett et al. (2012), descreveram que crianças com desenvolvimento típico apresentavam redução da amplitude do componente P300, com o estímulo de Fala, devido ao aumento do nível de dificuldade da tarefa de discriminação, o que esteve de acordo com os achados deste estudo em que a amplitude do P300 foi menor com estímulo de Fala do que com TB.

O componente P300 gerado por estímulo de Fala pode ser utilizado para fornecer informações do processamento do sinal de fala e, segundo

Massa et al. (2011), este estímulo auxilia na identificação de alterações na detecção ou discriminação de estímulos verbais, informação esta que pode direcionar a reabilitação terapêutica de um indivíduo.

Do ponto de vista anatômico, alguns autores afirmam que crianças com dificuldade de aprendizagem apresentam diferenças na quantificação do fluxo sanguíneo no hemisfério direito (temporal inferior e anterior, frontal inferior, médio e anterior) (Calanchini e Trout, 1980). As áreas cerebrais geradoras dos componentes do PEALL - o tálamo, o córtex auditivo primário e secundário e o hipocampo - abrangem a maioria das áreas do cérebro citadas no estudo acima. Logo, acredita-se que as alterações observadas neste estudo podem ser consideradas marcadores de déficits neuro-funcionais em crianças com alterações de leitura e escrita.

COMENTÁRIOS FINAIS

Os PEALL trazem contribuições importantes na investigação de algumas habilidades cognitivas envolvidas no processamento da informação acústica (atenção, discriminação e memória), sendo estas essenciais para o desenvolvimento adequado da leitura e escrita (Vieira, 2007).

Ao considerarmos que a leitura é um modo particular de aquisição de informações formada pelo conjunto de eventos que se passam no tempo, especula-se que a integridade dos mecanismos fisiológicos auditivos exerce um papel fundamental na percepção da fala, no aprendizado e na compreensão da linguagem e, consequentemente, é pré-requisito na aquisição da leitura e da escrita (Frota e Pereira, 2004).

Sabe-se que a avaliação eletrofisiológica da audição, realizada por meio dos PEALL, é de grande utilidade para a avaliação do sistema auditivo central, uma vez que nos permite observar o substrato neurofisiológico de processos que ocorrem no córtex cerebral relacionados à cognição, memória e atenção de maneira objetiva, sendo possível inclusive empregar estímulos verbais e não verbais, independentemente da capacidade de resposta da criança (Sousa, 2010).

Levando-se estes aspectos em consideração e frente aos achados encontrados no presente estudo, aumento dos valores de latência e valores menores das amplitudes para todos os componentes no GE em comparação ao GC, assim como respostas piores para o estímulo de Fala em relação ao estímulo TB para valores de latência e amplitude, enfatiza-se a importância da

avaliação eletrofisiológica da audição na população com alterações de leitura e escrita.

O PEALL, tanto com estímulo TB quanto com estímulo de Fala, seria recomendável por se tratar de um exame específico de mensuração das habilidades cognitivas, sendo comum encontrar crianças com alterações de leitura e escrita com queixas de déficit de atenção, memória e processamento auditivo.

Os componentes dos PEALL são de extrema importância tanto para o monitoramento terapêutico como preditivo de alterações de processamento auditivo, o qual pode interferir no processo de aquisição e desenvolvimento de fala e linguagem. Os estímulos de Fala são promissores e podem colaborar na intervenção precoce e monitoramento do SNAC.

Sugere-se que novos estudos sejam realizados envolvendo avaliações eletrofisiológicas e comportamentais do processamento auditivo, com estímulos verbais e não verbais, em um número maior de indivíduos com alterações de leitura e escrita, bem como que utilizem estes potenciais para investigar a plasticidade neuronal frente à intervenção terapêutica (Visioli-Melo e Rotta, 2000; Purdy et al., 2002; Soares et al., 2011; Alvarenga et al., 2013; Regaçone et al., 2014; Bhat et al., 2018; Mırıcı et al., 2018; Cunha et al., 2019).

7 CONCLUSÃO

Frente aos resultados obtidos no presente estudo, pôde-se concluir que crianças com alterações de leitura e escrita e QI dentro da normalidade, comparadas às crianças com desenvolvimento típico, apresentaram:

- Na latência dos PEALL com estímulo TB, maiores valores em todos os componentes do PEALL, porém sem diferença estatisticamente significante;
- Na latência dos PEALL com estímulo de Fala, maiores valores para os componentes N1, P2, N2 e P300, com diferença estatisticamente significante para o P300, sugerindo comprometimento na velocidade de processamento de estímulos acústicos;
- Na comparação dos valores de latência entre TB e Fala em GC e GE houve diferença estatisticamente significante para o P1 no GC, N1 no GE e GC e P2 no GC, sendo que o TB apresentou menores valores de latência em comparação ao estímulo de Fala, sugerindo codificação neural mais rápida com estímulos menos complexos (TB);
- Na amplitude dos PEALL com estímulo TB, menores valores em todos os componentes do PEALL, porém sem diferença estatisticamente significante;
- Na amplitude dos PEALL com estímulo de Fala, menores valores da amplitude N2-P300, com diferença estatisticamente significante;
- Na comparação dos valores de amplitude entre TB e Fala, não houve diferença estatisticamente significante em nenhum dos grupos.

8 ANEXOS

Anexo A

USP - FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - FMUSP

Plataforma Brasil

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência em crianças com alterações de leitura e escrita

Pesquisador: CARLA GENTILE MATAS

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 94809718.6.0000.0065

Instituição Proponente: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: FUNDACAO FACULDADE DE MEDICINA

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.903.838

Apresentação do Projeto:

A dificuldade de aprendizagem é identificada no ingresso da criança na escola. O educando deve cumprir tarefas do desenvolvimento, como adquirir competências nas relações interpessoais, aprender a ler e a escrever. O Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (PEALL) fornece dados objetivos sobre a funcionalidade das estruturas corticais auditivas. Permite a avaliação do processamento auditivo da informação, pois a captação desses potenciais reflete a atividade cortical envolvida em habilidades de discriminação, integração e atenção. Metodologia: Participarão deste estudo 15 crianças, de 8 a 12 anos de idade, atendidos no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Leitura e Escrita nos anos de 2018 a 2019. As crianças deste laboratório apresentam alterações de leitura e escrita e constituirão o grupo estudo. O grupo controle será constituído por 15 crianças da escola de aplicação das USP sem alterações de leitura e escrita. Será realizado avaliação da linguagem escrita, avaliação neuropsicológica e Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo: O presente estudo tem como objetivo caracterizar os Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL) em crianças com alterações de leitura e escrita, comparando-se ao grupo controle que não apresenta alterações.

Endereço: DOUTOR ARNALDO 251 21º andar sala 36
Bairro: PACAEMBU **CEP:** 01.246-903
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3893-4401 **E-mail:** cep.fm@usp.br

USP - FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - FMUSP

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos mínimos (avaliações audiológicas às quais as crianças serão submetidas)

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto com uma pergunta de pesquisa clara, bem delineado

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Tremo de consentimento para os pais/responsáveis e termo de assentimento para o participante estão adequados.

Recomendações:

Lembrar de justificar por que estudar 15 crianças em cada grupo; esse n precisar ter poder estatístico suficiente para responder à pergunta de pesquisa.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1183484.pdf	31/07/2018 12:50:42		Aceito
Outros	FormularioCadastro.pdf	31/07/2018 12:47:57	CARLA GENTILE MATAS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	31/07/2018 09:37:01	CARLA GENTILE MATAS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.pdf	31/07/2018 09:36:21	CARLA GENTILE MATAS	Aceito
Folha de Rosto	FolhaRosto.pdf	28/07/2018 14:59:23	CARLA GENTILE MATAS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoMestrado.pdf	25/07/2018 15:55:57	CARLA GENTILE MATAS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Endereço: DOUTOR ARNALDO 251 21º andar sala 36
Bairro: PACAEMBU **CEP:** 01.246-903
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3893-4401 **E-mail:** cep.fm@usp.br

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

SAO PAULO, 19 de Setembro de 2018

Assinado por:
Maria Aparecida Azevedo Koike Folgueira
(Coordenador(a))

Endereço: DOUTOR ARNALDO 251 21º andar sala 36
Bairro: PACAEMBU **CEP:** 01.246-903
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3893-4401 **E-mail:** cep.fm@usp.br

Anexo B

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(Grupo Estudo ou Pesquisa)
Responsável – 8 a 12 anos de idade

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. NOME: .....

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : ..... SEXO: M ☐ F ☐
DATA NASCIMENTO: ...../...../.....
ENDEREÇO ..... Nº ..... APTO: .....
BAIRRO: ..... CIDADE .....
CEP:..... TELEFONE: DDD (.....) .....

2.RESPONSÁVEL LEGAL .....
NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.) .....

DOCUMENTO DE IDENTIDADE :.....SEXO: M ☐ F ☐
DATA NASCIMENTO.: ...../...../.....
ENDEREÇO: ..... Nº ..... APTO: .....
BAIRRO: ..... CIDADE: .....
CEP: ..... TELEFONE: DDD (.....).....

DADOS SOBRE A PESQUISA

1.TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: **Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência em crianças com alterações de leitura e escrita**

PESQUISADOR: Carla Gentile Matas
CARGO/FUNÇÃO: Docente INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº 04927
UNIDADE DO HCFMUSP: Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da FMUSP

2. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO X RISCO MÉDIO ☐
RISCO BAIXO ☐ RISCO MAIOR ☐

3. DURAÇÃO DA PESQUISA :2 anos

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Essas informações estão sendo fornecidas para a participação voluntária de seu filho (a) ou da criança pela qual o(a) senhor(a) é responsável. O presente estudo pretende avaliar a audição de crianças e adolescentes com alterações de leitura e escrita.

Serão realizados os seguintes exames para avaliar a via auditiva:

- Audiometria Tonal e Vocal: em uma cabina a criança escutará alguns apitos por meio de fone de ouvido e terá que levantar a mão ou jogar um brinquedo toda vez que escutar o apito. Posteriormente escutará algumas palavras, também por meio de um fone de ouvido, e terá que repetí-las da forma que entender.

- Medidas de Imitância Acústica: sentado em uma poltrona, será colocado um fone de ouvido e verificará as condições de orelha média (se tem otite ou pressão semelhante quando descemos a serra).

- Potenciais Evocados Auditivos: serão fixados na pele, com esparadrapo, alguns fios que irão captar as ondas cerebrais relacionadas à audição.

Os exames realizados não oferecem nenhum risco ou desconforto.

O benefício desse estudo é dar informações sobre a audição de seu filho, verificando precocemente se ocorre alguma alteração auditiva associado a queixas escolares.

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso à Dra Carla Gentile Matas, profissional responsável pela pesquisa, para esclarecimento de eventuais dúvidas. A Dra. Carla Gentile Matas pode ser encontrada na Rua Cipotânea, 51 - telefone: 3091-8411.

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (CEP-FMUSP): **Av. Dr. Arnaldo, 251 - Cerqueira César - São Paulo - SP -21° andar – sala 36- CEP: 01246-000** Tel: 3893-4401/4407 E-mail: cep.fm@usp.br

É garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade do tratamento da criança na Instituição.

As informações obtidas serão analisadas em conjunto com as informações dos outros pacientes, não sendo divulgada a identificação de nenhum paciente.

Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à participação de seu filho. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo **"Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência em crianças com alterações de leitura e escrita"**.

Eu discuti com a Dra. Carla Gentile Matas sobre a minha decisão em deixar meu filho participar desse estudo. 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. Ficou claro também que a participação do meu filho é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em deixar meu filho participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que ele possa ter adquirido, ou no seu atendimento neste Serviço.

_____

Assinatura do paciente/representante legal Data ___/___/___

_____

Assinatura da testemunha Data ___/___/___

para casos de pacientes menores de 18 anos, analfabetos, semi-analfabetos ou portadores de deficiência auditiva ou visual.

(Somente para o responsável do projeto)

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente ou representante legal para a participação neste estudo.

_____

Assinatura do responsável pelo estudo Data ___/___/___

Anexo C

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(Grupo Estudo ou Pesquisa)
8 a 12 anos de idade

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. NOME: .....

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : ..... SEXO : .M ☐ F ☐
DATA NASCIMENTO: ...../...../.....
ENDEREÇO ..... Nº ..... APTO: .....
BAIRRO: ..... CIDADE .....
CEP:..... TELEFONE: DDD (.....) .....

2.RESPONSÁVEL LEGAL .....
NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.) .....

DOCUMENTO DE IDENTIDADE :.....SEXO: M ☐ F ☐
DATA NASCIMENTO.: ...../...../.....
ENDEREÇO: ..... Nº ..... APTO: .....
BAIRRO: ..... CIDADE: .....
CEP: ..... TELEFONE: DDD (.....).....

DADOS SOBRE A PESQUISA

1.TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: **Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência em crianças com alterações de leitura e escrita**

PESQUISADOR: Carla Gentile Matas
CARGO/FUNÇÃO: Docente INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº 04927
UNIDADE DO HCFMUSP: Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da FMUSP

2. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO X RISCO MÉDIO ☐
RISCO BAIXO ☐ RISCO MAIOR ☐

3. DURAÇÃO DA PESQUISA : 2 anos

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Olá! Você sabia que podemos ter problemas de audição em qualquer época da vida?

Por isso, queremos saber como está a sua audição e seus pais já sabem disso. Para isso você virá algumas vezes aqui para realizar os seguintes testes:

- Audiometria Tonal e Vocal: você entrará em uma cabina e escutará alguns apitos por meio de fone de ouvido e terá que levantar a mão toda vez que escutar o apito. Posteriormente escutará algumas palavras, também por meio de um fone de ouvido, as quais terá que repetir da forma que entender.

- Medidas de Imitância Acústica: sentado em uma poltrona, você deve permanecer quieto e irá escutar alguns apitos por meio de um fone de ouvido.

- Potenciais Evocados Auditivos: serão colocados na sua pele, com esparadrapo, alguns fios que irão captar as ondas cerebrais relacionadas à audição. Para este exame você deverá permanecer sentado em uma poltrona, e ficar bem atento nos sons que você irá escutar.

Caso tenha alguma dúvida você deve perguntar para a fonoaudióloga.

Se você concordar em participar escreva seu nome abaixo:

_____ Data_____/_____/_____

Assinatura do paciente

_____

Rubrica da pessoa que conduziu a discussão sobre o Termo de Assentimento

_____

Rubrica dos pais ou representante(s) legal (is)

Anexo D

Classificação proposta por Davis Wechsler para a bateria de testes do WISC-IV (Wechsler, 2013).

Pontuação	**Classificação**
QI acima de 130	Superdotação
120-129	Superior
110-119	Média Superior
90-109	Média
80-89	Média Inferior
70-79	Limítrofe
50-69	Deficiência Intelectual Leve
35-49	Deficiência Intelectual Moderada
20-34	Deficiência Intelectual Severa
Abaixo de 20	Deficiência Intelectual Profunda

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alain C, Tremblay KL, Korczak P. Speech Evoked Potentials in assessing central auditory processing. *Jam Acad Audiol*. 2007; 18:53-89.

Almeida LS. Considerações em torno da medida da inteligência. In: Pasquali L. (org.). *Teoria e Métodos de Medida em Ciências do Comportamento*. Brasília: Laboratório de Pesquisa em Avaliação e Medida/Instituto de Psicologia/UnB:INEP; 1996.

Alvarenga KF, Lamônica DC, Orozimbo ACF, Banhara MR, Oliveira DT, Campo MA. Estudo eletrofisiológico do sistema auditivo periférico e central em indivíduos afásicos**.** *Arq. Neuro-psiquiatria***.** 2005; 63(1):104-9.

Alvarenga KF, Araújo ES, Ferraz É, Crenitte PAP. Potencial Cognitivo Auditivo - P300 como indicador de evolução terapêutica em escolares com Dislexia do Desenvolvimento. *CoDAS*. 2013; 25(6):500-5.

American Psychiatric Association (APA). (2002a). *DSM-IV-TR*: Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (ed. rev.). Porto Alegre: Artes Médicas.

American Psychiatric Association (APA). (2002b). *DSM-IV-TR*: diagnostic and statistical manual of mental disorders (ed. rev.). Washington: APA.

Allum-Mecklenburg D, Babighian G. Cochlear performace as an indicator of auditory plasticity in humans. In: Salvi RJ, Henderson D, Fiorino F, Colleti B, editors. *Auditory system plasticity and regeneration*. New York: Thieme Medical Publishers; 1996.

Alvarenga KF, Vicente LC, Lopes RCF, Silva RA, Banhara MR, Lopes AC, et al. The influence of speech stimuli contrast in cortical auditory evoked potentials. Braz J Otorhinolaryngol. 2013; 79:336.

Anias CR, Lima MAM, Kós AO A. Avaliação da influência da idade no potencial evocado auditivo de tronco encefálico. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2004; 70(1):84-9.

Aparecido JCS, Seisse GGS, Lobo IN, Carvalho R, Matas C. Potenciais evocados auditivos de longa latência e processamento auditivo central em crianças com alterações de leitura e escrita: dados preliminares. *Arq. Int. Otorrinolaringol. / Intl. Arch. Otorhinolaryngol*. 2011; 15(4): 486-91.

Aquino AM, Bardão R, Colafemina JF, Gonçales AS, Casagrande-Souza MR. O potencial endógeno nos distúrbios de atenção e memória auditiva. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*. 2000; 66:225-30.

Allen, MC. The high-risk infant. *Ped Clin N Am.* 1993; 40:479-90.

Bennett KO, Billings CJ, Molis MR, Leek MR. Neural encoding and perception of speech signals in informational masking. Ear Hear. 2012; 33:231-8.

Bhat M, Palaniswamy HP, Pichaimuthu AN, Thomas N. Cortical auditory evoked potentials and hemispheric specialization of speech in individuals with learning disability and healthy controls: A preliminary study. *F1000Res.* 2018; Dec 17;7:1939.

Billings CJ, Tremblay KL, Stecker GC, Tolin WM. Human evoked cortical activity to signal-to-noise ratio and absolute signal level. *Hear Res*. 2009; 254(1-2):15-24.

Boéchat EM. Plasticidade do Sistema Auditivo Nervoso Central. In: *Tratado de Fonoaudiologia*. São Paulo: Roca; 2008.

Bonte M, Blomert L. Developmental changes in ERP correlates of spoken word recognition during early school years: a phonological priming study. *Clin Neurophysiol*. 2004 Feb;115(2):409-23.

Brasil. Decreto nº 6.094, de 24 de abril de 2007. Dispõe sobre a implementação do Plano de Metas Compromisso Todos pela Educação, pela União Federal, em regime de colaboração com Municípios, Distrito Federal e Estados, e a participação das famílias e da comunidade, mediante programas e ações de assistência técnica e financeira, visando à mobilização social pela

melhoria da qualidade da educação básica. Diário Oficial de República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 abr. 2007.

Breznitz Z, Misra M. Speed of processing of the visual-orthographic and auditory-phonological systems in adult dyslexics: the contribution of "asynchrony" to word recognition deficits. *Brain Lang*. 2003 Jun;85(3):486-502.

Bruneau N, Roux S, Guerin P, Barthelemy C, Lelord G. Temporal prominence of auditory evoked potentials (N1 wave) in 4–8-year-old children. *Psychophysiology*. 1997; 34(1):32-8.

Calanchini PR, Trout SS. Neurologia dos distúrbios de aprendizagem. In: Tarnopol L. Crianças com distúrbios de aprendizagem: diagnóstico, medicação, educação. São Paulo: Edart; 1980.

Capellini SA. Distúrbios de aprendizagem versus dislexia. In: Ferreira LP, Befi-Lopes DM, Limongi SCO. *Tratado de Fonoaudiologia*. São Paulo: Roca; 2004.

Capellini SA, Coppede AC, Valle TR. Função motora fina de escolares com dislexia, distúrbio e dificuldades de aprendizagem. *Pró-Fono R Atual Cient*. 2010; 22(3):201-8.

Capellini SA, Padula NAMR, Santos LCA, Lourenceti MD, Carrenho EH, Ribeiro LA. Desempenho em consciência fonológica, memória operacional,

leitura e escrita na dislexia familial. *Pró-Fono Rev. de Atual. Cient.* 2007; 19(4):374-80.

Capellini SA, Silva APC, Silva C, Pinheiro FH. Avaliação e diagnóstico fonoaudiológico nos distúrbios de aprendizagem e dislexias. In: Zorzi JL, Capellini SA, Smythe I. Silva, C. *Protocolo de avaliação de habilidades cognitivo-linguísticas*. Livro do profissional e do professor. Marília: Fundepe; 2012.

Capovilla AGS, Capovilla FC. *Alfabetização*: método fônico. 3a ed. São Paulo: Memnon; 2004.

Capovilla AGS, Dias NM. Habilidades de linguagem oral e sua contribuição para a posterior aquisição de leitura. *Psic*. 2008; 9(2):135-44.

Capovilla FC, Prudêncio ER. Teste de vocabulário auditivo por figuras: normatização e validação preliminares. *Aval. Psicol*. 2006; 5(2):189-203.

Ciasca SM. *Distúrbios de aprendizagem*: proposta de avaliação interdisciplinar. São Paulo: Casa do Psicólogo; 2003.

CID-10: Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde. Centro Brasileiro de Classificação de Doenças. Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo/Organização Mundial de Saúde/Organização Pan-Americana de Saúde, 2008.

Ceponiene R, Rinne T, Näätänen R. Maturation of cortical sound processing as indexed by event-related potentials. *Clin Neurophysiol*. 2002;113(6):870-82.

César CPHAR, Munhoz MSL. O P300 auditivo em jovens e adultos saudáveis com uma nova proposta de resposta: levantar a mão. *Acta Awho*. 1999; 18(1):32-7.

Colafêmina JF, Fellipe ACN, Junqueira CAO, Frizzo AC. Potenciais evocados auditivos de longa latência (P300) em adultos jovens saudáveis: um estudo normativo. *Ver Brás Otorrinolaringol*. 2000; 66(2):144-8.

Cone BK. Infant cortical electrophysiology and perception of vowel contrasts. *Int J Psychophysiol*. 2015; 95(2):65-76.

Correia LM. Para uma Definição Portuguesa de Dificuldades de Aprendizagem específicas. *Rev. Bras. Educ*. 2007; 13(2):155-72.

Correia LM, Martins AP. Dificuldades de Aprendizagem. O que são? Como entendê-las? Biblioteca Digital. *Coleção Educação*. Portugal: Porto Editora: 2005.

Cruz A, Rebello C, Scherer APR. Aquisição da linguagem. *Verba Volant*. 2011; 2(1).

Cuetos F, Rodrigues B, Ruano E. Adaptado para o português por Capellini A, Oliveira AM, Cuetos F. *PROLEC: Provas de Avaliação dos Processos de Leitura*. 1a ed. São Paulo: Casa do Psicólogo; 2010.

Cunha P, Silva IMC, Neiva ER, Tristão RM. Avaliações do distúrbio do processamento auditivo e perfis cognitivos de crianças com distúrbio específico de aprendizagem. *Clin Neurophysiol Pract* . 2019; 4:119-27.

Cunha VLO, Oliveira AM, Capellini SA. Compreensão de leitura: princípios avaliativos e interventivos no contexto educacional. *Revista Teias*. 2010; 11(23):221-40.

Deuschle VP, Cechella AC. O déficit em consciência fonológica e sua relação com a dislexia: diagnóstico e intervenção. *Rev. CEFAC*. 2009; 12(2):194-200.

Diniz Júnior J, Mangabeira-Albemaz PL, Munhoz MS, Fukuda Y. Potenciais cognitivos em crianças com dificuldades de aprendizagem. *Acta Otolaringol*. Mar de 1997; 117(2): 211-3.

Eggermont, J. J. On the rate of maturation of sensory evoked potentials. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol, Ireland*. Oct. 1988; 70(4):293-305.

Elias LCS. *Crianças que apresentam baixo rendimento escolar e problemas de comportamento associados*: caracterização e intervenção [tese]. Ribeirão

Preto: Programa de pós-graduação em psicologia. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo; 2003.

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

Farias LS, Toniolo IF, Coser PL. P300: avaliação eletrofisiológica da audição em crianças sem e com repetência escolar. *Rev. Bras. Otorrinolaringol*. 2004; 70(2):194-99.

Fernandes FDM. Pragmática. In: Andrade CRF, Befi-Lopes DM, Fernandes FDM, Wertzner HF. *ABFW: teste de linguagem infantil nas áreas de fonologia, vocabulário, fluência e pragmática*. Carapicuíba: Pró-Fono; 2000.

Fonseca RP. *Tarefas Para Avaliação Neuropsicológica*: avaliação de linguagem e funções executivas em crianças. São Paulo: Memnon Edições Científicas Ltda; 2016.

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

Frizzo AC: Auditory evoked potential: a proposal for further evaluation in children with learning disabilities. *Front Psychol.* 2015;6:788.

Frota S, Pereira LD. Processos temporais em crianças com déficit de consciência fonológica. Rev Iberoam Educac. 2004, 33(9):1-9.

Garcia M, Silveira A, Didoné D. Long Latency Auditory Evoked Potential in Term and Premature Infants. *International Archives of Otorhinolaryngology*. 2013; 18(1):16-20.

Garcia L, Campos P, Padovani R. Associação entre a avaliação de habilidades de consciência fonológica e de processamento auditivo em crianças com e sem distúrbios de aprendizagem. *Rev Fono Atual*; 2005, 8(31), 4-8.

Gates GA, Chakeres DW. *Interpretation of diagnostic tests for acoustic neuroma.* Washington, D.C.: American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery Foundation; 1988.

Geal-Dor M, Kamenir Y, Babkoff H. Event related potentials (ERPs) and behavioral responses: comparison oftonal stimuli to speech stimuli in phonological and semantic tasks. J Basic Clin Physiol Pharmacol. 2005; 16:139-55.

Gelfand SA. The contralateral acoustic refl ex threshold. In: SILMAN, S. *The acoustic reflex*: basic principles and clinical aplications. Orlando: Academic Press; 1984.

Jerger, J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol*. 1970; Oct; 92(4):311-24.

Germano GD, Capellini SA. Eficácia do programa de remediação auditivo-visual computadorizado em escolares com dislexia. *Pró-Fono Rev. Atual. Cient*. 2008; 20(4):237-42.

Germano GD, Capellini SA. Desempenho de escolares com dislexia, transtornos e dificuldades de aprendizagem em provas de habilidades metafonológicas (PROHFON). *Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*. 2011; 23(2):135-41.

Golding M, Pearce W, Seymore J, Cooper A, Ching T, Dillon H. The relationship between obligatory cortical auditory evoked potentials (CAEPs) and functional measures in young infants. *J Am Acad Audiol*. 2007; 18:117-25.

Hall JW. New Hnandbook for auditory Evoked Responses. Boston: Allyn & Bacon; 2007.

Hall JW. P300 Response. In: HALL, James W. New *Handbook of Auditory Evoked Responses*. 2a ed. Boston: Allyn & Bacon; 2006.

Hämäläinen JA, Fosker T, Szücs D, Goswami U. N1, P2 and T-complex of the auditory brain event-related potentials to tones with varying rise times in adults with and without dyslexia. *Int J Psychophysiol*. 2011 Jul;81(1):51-9.

Hämäläinen JA, Leppänen PH, Guttorm TK, Lyytinen H. N1 and P2 components of auditory event-related potentials in children with and without reading disabilities. *Clin Neurophysiol*. 2007 Oct;118(10):2263-75.

Hämäläinen JA, Lohvansuu K, Ervast L, Leppänen PH. Event-related potentials to tones show differences between children with multiple risk factors for dyslexia and control children before the onset of formal reading instruction. *Int. J. Psychophysiol.* 2015;95, 101–112.

Hammill DD, Leigh JE, McNutt G, Larsen SC. A new definition of learning disabilities. *J Learn Disabil*. 1987; 20(2):109-13.

Holcomb PJ, Ackerman PT, Dykman RA. Auditory event-related potentials in attention and reading disabled boys. *Int. J. Psychophysiol.* 1986; 3,263–273.

Hommet C, Vidal J, Roux S, Blanc R, Barthez MA, De Becque B et al. Tpography of syllable change-detection electrophysiological indices in children and adults with reading disabilities. *Neyropsychology*. 2009; 47:761-70.

Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol*. 1970; 92(4):311-24.

Jerger S, Jerger J. Alterações auditivas: um manual para avaliação clínica. São Paulo: Atheneu; 1989.

Jirsa R, Clontz K. A long latency auditory event related potentials from children with auditory processing disorders. Ear Hear. 1990;222-32.

Junqueira CAO, Colafêmina JF. Investigação da estabilidade inter e intra-examinador na identificação do P300 auditivo: análise de erros. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2002; 68(4):468-78.

Kadner A, Viire E, Wester DC, Walsh SF, Hestenes J, Vankov A et al. Lateral inhibition in the auditory cortex: an EEG index of tinnitus? *Neuroreport*. 2002; 13:443-6.

Karl EM. *Potencial evocado de Spehlmann*: potenciais visual, auditivo e somatosensitivo no diagnóstico clínico. 2a ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2003.

Korczak PA, Kurtzberg D, Stapells DR. Effects of sensorineural hearing loss and personal hearing aids on cortical event-related potential and behavioral measures of speech-sound processing. Ear Hear. 2005; 26:165-85.

Kraus N, Kileny P, Mcgee T. Middle Latency Auditory Evoked Potentials. In: Katz J (org.). *Handbook of clinical auditory*. 4a ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1994.

Kraus N, Mc Gee T. Potenciais Auditivos Evocados de Longa Latência. *Tratado de Audiologia Clínica*. São Paulo: Manole; 1999.

Kraus N, McGee T., Carrell T., Sharma A., Micco A, Nicol T. Speech-evoked cortical potentials in children. *J Am Acad Audiol*. 1993; 4:238-48.

Kraus N, Nicol T. Aggregate neural responses to speech sounds in the central auditory system. Speech Communication. 2003; 41:35-47.

Kujala T, Naatanen R. The mismatch negativity in evaluating central auditory dysfunction in dyslexia. *Neurosci. Bio. Rev.* 2001;25, 535–543.

Kumar P, Gupta RK: Cortical processing of speech in children with Dyslexia. *Scientific paper presented in 46 th ISHACON held in.* 2014.

Kummer P, Burger M, Schuster M, Rosanowski F, Eysholdt U, Hoppe U. Cortical auditory evoked potentials to acoustic changes in speech stimuli in children. *Folia Phoniatr Logop*. 2007; 59(5):273-80.

Landry S, Smith K, Swank P. Environmental effects on language development in normal and high-risk child population. *Semin Pediatr Neurol*. 2002; 9(3):192-200.

Leppänen PH, Lyytinen H: Auditory event-related potentials in the study of developmental language-related disorders. *Audiol Neurootol.* 1997;2(5):308–340.

Levy SG, Hyman SL. Pediatric assessment of the child with developmental delay. *Ped Clin N Am*. 1993; 40:465-77.

Lima TCF, Pessoa ACRG. Dificuldade de aprendizagem: principais abordagens terapêuticas discutidas em artigos publicados nas principais revistas indexadas no Lilacs de Fonoaudiologia no período de 2001 a 2005. *Rev. CEFAC*. 2007; 9(4):469-76.

Lima TMA, Crato AN, Mancini PC, Simões LC, Gonçalves DU. Alterações dos potenciais evocados auditivos do tronco encefálico em pacientes com esclerose múltipla. *Rev. Bras. Otorrinolaringologia*. 2009; 75(2):177-81.

Lima RF, Salgado CA, Ciasca SM. (2011). Associação da dislexia do desenvolvimento com comorbidade emocional: um estudo de caso. *Revista CEFAC*. 13(4):756-62.

Linden DEJ. The P300: where in the brain is it produced and what does it tell us? The *Neuroscientist*. 2005; 11(6):563-76.

Lippanen PH, Lyytinen H. Auditory event-related potentials in the study of developmental language-related disorders. *Audiol. Neurootol.* 1997; 2:308–340.

Lucca SA, Mancine MS, Dell'Agli BAV. Dificuldade de aprendizagem: contribuições da avaliação neuropsicológica. *Pensamento Plural: Revista Científica da UNIFAE*. 2008; 2(1):32-42.

Macedo EC, Firmo LS, Duduchi M, Capovilla, FC. Avaliando linguagem receptiva via Teste Token: versão tradicional versus computadorizada. *Aval. psicol*. 2007; 6(1):61-8.

Maciejewska B, Wiskirska-Woźnica B, Świdziński P, Michalak M. Assessing auditory processing disorders in children with developmental dyslexia using auditory cognitive event-related potentials. *Folia Phoniatr. Logop.* 2012;65, 129–135.

Magliaro FCL, Scheuer CI, Assumpção JFB, Matas CG. Estudo dos potenciais evocados auditivos em autismo. *Pró-Fono R. Atual. Cient*. 2010; Mar; 22(1):31-6.

Mahé G, Doignon-Camus N, Dufour A, Bonnefond A. Conflict control processing in adults with developmental dyslexia: an event related potentials study. *Clin Neurophysiol*. 2014; 125:69-76.

Martin BA, Tremblay KL, Korczak P. Speech evoked potentials: from the laboratory to the clinic. Ear Hear. 2008;29:285-93

Martin BA, Tremblay KL, Stapells DR. Principles and apllications of cortical auditory evoked potentials. In: Burkard RF, Don M. Eggermont JJ (org.). *Auditory evoked potentials*: basic principles and clinical application. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.

Massa CGP, Rabelo CM, Matas CG, Schochat E, Samelli AG. P300 com estímulo verbal e não verbal em adultos normo-ouvintes. *Braz. J. Otorhinolaryngol*. 2011; 77(6):686-90.

Matas CG, Gonçalves IC, Magliaro FCL. Avaliação audiológica e eletrofisiológica em crianças com transtornos psiquiátricos. *Rev. Bras. Otorrinolaringologia*. 2009; 75(1):130-38.

Matas CG, Juan KR, Nakano RA. Potenciais evocados auditivos de média e longa latências em adultos com AIDS. *Pró-Fono R. Atual. Cient*. 2006; 18(2):171-76.

Matas CG, Magliaro FCL. Introdução aos Potenciais Evocados Auditivos e Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico. In: Bevilacqua MC et al. (Org.). *Tratado de Audiologia*. São Paulo: Santos, 2013. p.181-195.

Matas CG, Magliaro FCL. Introdução aos Potenciais Evocados Auditivos e Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico. *Tratado de Audiologia*. São Paulo: Roca; 2011.

Matas CG, Silva FBL, Carrico B, Leite RA, Magliaro FCL. Potenciais evocados auditivos de longa latência em campo sonoro em crianças audiologicamente normais. *Audiol., Commun. Res*. 2015; Dec; 20(4):305-12.

McArthur GM, Bishop DV. Which People with Specific Language Impairment have Auditory Processing Deficits? *Cogn Neuropsychol*. 2004 Feb 1;21(1):79-94.

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

Musiek, F, Verkest, S, Gollegly, K. Effects of neuromaturation of auditory evoked potentials. *Semin Hear, United States*. 1988; Feb; 9(1):1-13.

McArthur G., Bishop D. Event-related potentials reflect individual differences in age-variant auditory skills. *Neuroreport*. 2002; 13:1079-82.

McPherson DL. *Late Potentials of the Auditory System* (Evoked Potentials). San Diego: Singular Publishing Group; 1996.

Melo A, Biaggio EPV, Rechia IC, Sleifer P. Potencial evocado auditivo cortical em neonatos a termo e pré-termo: gênero e indicadores de risco para deficiência auditiva. *Audiol., Commun. Res*. 2016; 21:e1645.

Mırıcı E, Ocak E, Bayrak S, Kocaöz D, Kankılıç ES, Dağlı E, Acar A. A noteworthy pathology in children with learning disabilities: late latency response failure in central auditory processing. *J Int Adv Otol*. 2018 Dez; 14 (3):404-07.

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

Momensohn-Santos TM, Dias A, Valente C, Brasil L. Métodos objetivos de avaliação. In: Momensohn-Santos TM, Russo ICP (org.). *Prática da audiologia clínica*. 5a ed. rev. e ampl. São Paulo: Cortez; 2011.

Moore JK. Maturation of human auditory cortex: implications for speech perception. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl*. 2002; 189:7-10.

Muñoz J, Fresneda MD, Mendonza E, Carballo G, Pestun MSV. Descrição, avaliação e tratamento dos transtornos da aprendizagem. In: Caballo, V e Simón, M (org.). *Manual de psicologia clínica infantil e do adolescente*. São Paulo: Editorial Santos; 2005.

Musiek FE. Auditory training and CAPD. *Hear J.* 2006; 59:52.

Musiek FE, Lee WW. Potenciais auditivos de média e longa latência. In: MusieK FE & Rintelmann WF. *Perspectivas Atuais em Avaliação Auditiva*. Barueri: Manole; 2001.

Näätänen R. Attention and brain function. Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 1992.

Northen JL, Downs MP. *Hearing in Children*. 5a ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 2002.

Oliveira AM, Cardoso MH, Capellini SA. Caracterização dos processos de leitura em escolares com dislexia e distúrbio de aprendizagem. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2012; 17(2):201-7.

Oliveira JC, Murphy CFB, Schochat E. Processamento auditivo (central) em crianças com dislexia: avaliação comportamental e eletrofisiológica. *CoDAS*. 2013; 25(1):39-44.

Olmino EFN, Santana MSR. Dislexia: definição e caracterização. Anais 6º. Simpósio Cientifico Cultural - SCENCULT; 2011. Mato Grosso do Sul.

Organização Mundial da Saúde (OMS). *Classificação de transtornos mentais e de comportamento da CID-10*: descrição clínicas e diretrizes diagnósticas (ed. rev.). Porto Alegre: Artes Médicas; 2008.

Papagiannopoulou EA, Lagopoulos J. P300 event-related potentials in children with dyslexia. *Ann Dyslexia.* 2017; Apr;67(1):99-108.

Picton TW. The P300 wave of the human event-related potential. *J Clin Neurophysiol*. 1992;9(4):456-79.

Picton TW, Hillyard SA, Krausz HI, Galambos R. Human Auditory evoked potentials. Evaluation of components. *Eletroencephalogr. Clin. Neurophysiol*. 1974; 36:179-90.

Picton TW, Woods DL, Proulx GB. Human auditory sustained potentials. The nature of the response. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1978; 45:186-97.

Prado DGA, Armigliato ME, Salgado C, Lopes-Herrera SA, Crenitte PAP. Dislexia e distúrbio de aprendizagem: histórico famílial. *Distúrb Comum*. 2012; 24(1):77-84.

Polich J. P300 in clinical applications: meaning method and measurement. *American Journal EGG Techology*. 1991; 201-31.

Polich J. Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b. Clin Neurophysiol. 2007;118:2128-48.

Polich J, Herbst KL. P300 as a clinical assay: rationale, evaluation, and findings. International Journal of Psychophysiology. 2000; 38(1):3-19.

Ponton CW, Eggermont JJ, Kwong B, Don M, Masuda A. Maturation of human central auditory system activity: evidence frm multi-channel evoked potentials. *Clin Neurophysiol*. 2000; 111:220-36.

Purdy SC, Kelly AS, Davies MG. Auditory brainstem response, middle latency response, and late cortical evoked potentials in children with learning disabilities*. International Journal of Psychophysiology*. 2002; 38(1):3-19.

Ravden D, Polich,J. On P300 measurement stability habituation, intra-trial block variation and ultradian rhythms. *Biol. Psyhol*. 1999; 51(1):59-76.

Regaçone SF, Gução ACB, Giacheti CM, Romero ACL, Frizzo ACF. Potenciais evocados auditivos de longa latência em escolares com transtornos específicos de aprendizagem. *Audiol., Commun. Res*. 2014; 19(1): 13-18.

Reis ACMB, Frizzo ACF. Potencial evocado auditivo cognitivo. In: Boéchat EM, Menezes PL, Couto CM, Frizzo ACF, Scharlach RC, Anastásio ART (org.). *Tratado de audiologia*. 2a ed. São Paulo: Santos; 2015. p. 140-50.

Rodrigues PMT, Carvalho ELL, Areias AM, Burguetti FAR, Wendling FF, Sabaté FM, Castro I, Tavares KA, Silva KC, Pilar M, Rodrigues AS, Alves T. Incidência de distúrbios da comunicação em pré-escolares. *Temas Desenvolv*. 2000; 9:24-7.

Romero ACL, Regaçone SF, Lima DDBD, Menezes PDL, Frizzo ACF. Potenciais relacionados a eventos em pesquisa clínica: diretrizes para eliciar, gravar, e quantificar o MMN, P300 e N400. Audiol., Commun. Res. 2015; 20(2).

Ruth RA, Lambert PR. Auditory evoked potentials. *Otolaryngol Clin North Am*. 1991; 24(2):349-70.

Russo ICP, Santos TMM. A prática da audiologia clínica. 4a ed. rev. e. aum. São Paulo: Cortez; 1993.

Ruth RA, Lambert PR. Auditory evoked potentials. Otolaryngol Clin North Am Philadelphia. 1991;24:349-70

Santos KTP, Dias NH, Mazeto GMFS, Carvalho LR, Lapate RL, Martins RHG. Avaliação audiológica em pacientes portadores de hipotireoidismo. *Braz. J. Otorhinolaryngologia*. 2010; 76(4):478-84.

Santos MTM, Navas ALGP. Distúrbios de leitura e escrita: teoria e prática. São Paulo: Manole; 2004.

Senderecka M, Grabowska A, Gerc K, Szewczyk J, Chmylak R. Event-relates potentials in children with attention deficit hyperactivity disorder: Na investigation using na auditory oddball task. *Int J Psychophysiol*. 2012; 85:106-15.

Sharma A Gilley PM, Dorman MF, Baldwin R. Deprivation-induced cortical reorganization in children with cochlear implants. *Int J Audiol*. 2007; 46:494-99.

Sharma A, Kraus N, McGee TJ, Nicol TG. Developmental changes in P1 and N1 central auditory responses elicited by consonant-vowel syllables. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1997; 104(6):540-5. PMid:9402896.

Schochat E, Schewer CI, Andrade ER. ABR and auditory P-300 findings in children with ADHD. *Arquivo de Neuropsiquiatria.* 2002; 60(3B):742-7.

Silva F, Coelho JC, Ortiz KZ. Correlação entre processamento auditivo central e a produção gráfica em escolares da 3ª série do 1º grau. *Pró-Fono Rev. Atual. Cient*.1999; 11(1): 42-6.

Silva LAF, Magliaro FCL, Carvalho ACM, Matas CG. Maturation of long latency auditory evoked potentials in hearing children: systematic review. *CoDAS*. 2017; 29(3):e20160107.

Sleifer P. Avaliação eletrofisiológica da audição em crianças. In: Cardoso MC, (org.). *Fonoaudiologia na infância*: avaliação e tratamento. Rio de Janeiro: Revinter; 2015.

Soares AJC, Sanches SGG, Neves-Lobo IF, Carvallo RMM, Matas CG, Cárnio MS. Potenciais evocados auditivos de longa latência e processamento auditivo central em crianças com alterações de leitura e escrita: dados preliminares. *Arquivos Int. Otorrinolaringol*. 2011; 15(4):486-91.

Sousa ACL. Potenciais evocados auditivos corticais relacionados a eventos (P300). In: Sousa, A.C.L. et al. (org.). *Eletrofisiologia da Audição e Emissões Otoacústicas*. Ribeirão Preto: Editora Novo Conceito; 2010.

Souza J, Rocha VO, Berticelli AZ, Didoné DD, Sleifer P. Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência – P300 em crianças com e sem queixas de dificuldade de aprendizagem. *Audiol., Commun. Res*. 2017; 22: e1690. Epub Mar 27, 2017.

Stein LM. *TDE*: Teste de desempenho escolar: manual para aplicação e interpretação. São Paulo: Casa do Psicólogo; 1994.

Stivanin L, Scheuer C. Comparação do tempo de latência entre nomeação e leitura em escolares. *Psicol Estud*. 2008; 13(1):89-96.

Sutton S, Braren M, Zubin J, John ER. Evoked-potential correlates of stimulus uncertainty. *Science*. 1965; 150(3700):1187-8.

Tampas JW, Harkrider AW, Hedrick MS. Neurophysiological indices of speech and nonspeech stimulus processing. J. Speech Lang Hear Res. 2005; 48:1147-64.

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

Tremblay KL, Ross B, Inoue K, McClannahan K, Colet G. Is the auditory evoked P2 response a biomarker of learning? *Front Syst Neurosci*. 2014; 8: 28.

Ventura LMP. *Maturação do sistema auditivo em crianças ouvintes normais*: potenciais evocados auditivos de longa latência [dissertação]. Bauru: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2008.

Vieira PAC. Influências das desordens de processamento auditivo na avaliação neuropsicológica de pessoas com dificuldade de aprendizagem [Dissertação de Mestrado].Brasília: Universidade de Brasília; 2007.

Visioli-Melo JF, Rotta NT. Avaliação pelo P300 de crianças com e sem epilepsia e rendimento escolar. *Arquivos de Neuropsiquiatria.* 2000; 58(2B):476-84.

Wechsler D. *WISC-IV*: *Escala de Inteligência Wechsler para Crianças*: manual. 4a ed. Adaptação e Padronização Brasileira, 1a ed.: Fabián Javier Marín Rueda; Ana Paula Porto Noronha; Fermino Fernandes Sisto; Acácia Aparecida Angeli dos Santos; Nelimar Ribeiro de Castro. São Paulo: Casa do Psicólogo; 2013.

Wertzner HF. Fonologia. In: Andrade CRF, Befi-Lopes DM, Fernandes FDM, Wertzner HF. *ABFW: teste de linguagem infantil nas áreas de fonologia, vocabulário, fluência e pragmática.* Carapicuíba: Pró-Fono; 2000.

Wiemes GRM, Kozlowski L, Mocellin M, Hamerschmidt R, Schuch LH. Cognitive evoked potentials and central auditory processing in children with reading and writing disorders. *Braz. j. otorhinolaryngol*. 2012; Jun; 78(3):91-7.

Zorzi JL, Ciasca SM. Caracterização dos erros ortográficos em crianças com transtornos de aprendizagem. *Rev CEFAC*. 2008; 10(3):321-31.

Zucoloto KA, Sisto FF. Dificuldades de aprendizagem em escrita e compreensão em leitura. *Interação em Psicologia.* 2002; 6(2):157-66.