



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS

CAMILA COLUSSI MADRUGA RIMOLI

CRIANÇAS COM DIFICULDADE DE LEITURA E ESCRITA: AVALIAÇÃO  
COMPORTAMENTAL E ELETROFISIOLÓGICA DO PROCESSAMENTO AUDITIVO  
CENTRAL PRÉ E PÓS TREINAMENTO AUDITIVO

CAMPINAS

2020

CAMILA COLUSSI MADRUGA RIMOLI

CRIANÇAS COM DIFICULDADE DE LEITURA E ESCRITA: AVALIAÇÃO  
COMPORTAMENTAL E ELETROFISIOLÓGICA DO PROCESSAMENTO AUDITIVO  
CENTRAL PRÉ E PÓS TREINAMENTO AUDITIVO

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Médicas da  
Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos  
exigidos para a obtenção do título de Doutora em Ciências, na  
área de concentração da Saúde da Criança e do Adolescente.

ORIENTADORA: MARIA FRANCISCA COLELLA DOS SANTOS

ESTE TRABALHO CORRESPONDE À VERSÃO  
FINAL DA TESE DEFENDIDA PELA  
ALUNA CAMILA COLUSSI MADRUGA RIMOLI, E ORIENTADA PELA  
PROFA. DRA. MARIA FRANCISCA COLELLA DOS SANTOS

CAMPINAS  
2020

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Faculdade de Ciências Médicas  
Maristella Soares dos Santos - CRB 8/8402

M267c      Madruga-Rimoli, Camila Colussi, 1986-  
Crianças com dificuldades de leitura e escrita : avaliação comportamental e eletrofisiológica do processamento auditivo central pré e pós treinamento auditivo / Camila Colussi Madruga Rimoli. – Campinas, SP : [s.n.], 2020.

Orientador: Maria Francisca Colella dos Santos.  
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas.

1. Criança. 2. Audição. 3. Percepção auditiva. 4. Eletrofisiologia. 5. Estimulação acústica. I. Colella-Santos, Maria Francisca, 1963-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Children with reading and writing difficulties : behavioral and electrophysiological assessment of central auditory processing before and after auditory training

**Palavras-chave em inglês:**

Child

Hearing

Perceptual auditory

Eletrophysiology

Acoustic stimulation

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

**Titulação:** Doutora em Ciências

**Banca examinadora:**

Maria Francisca Colella dos Santos [Orientador]

Liliane Desgualdo Pereira

Simone Aparecida Capellini

Christiane Marques do Couto

Sérgio Tadeu Martins Marba

**Data de defesa:** 20-02-2020

**Programa de Pós-Graduação:** Saúde da Criança e do Adolescente

**Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)**

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0002-3389-0404>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/7583712852255862>

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE  
MESTRADO/DOCTORADO**

**CAMILA COLUSSI MADRUGA RIMOLI**

---

**ORIENTADORA: MARIA FRANCISCA COLELLA DOS SANTOS**

---

**MEMBROS:**

**1. PROFA. DRA. MARIA FRANCISCA COLELLA DOS SANTOS**

**2. PROFA. DRA. LILIANE DESGUALDO PEREIRA**

**3. PROFA. DRA. SIMONE APARECIDA CAPELLINI**

**4. PROFA. DRA. CHRISTIANE MARQUES DO COUTO**

**5. PROF. DR. SÉRGIO TADEU MARTINS MARBA**

---

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

A ata de defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da FCM.

**Data de Defesa: 20/02/2020**

## DEDICATÓRIA

Ao meu marido Daniel, que está presente  
em cada um dos momentos,  
sejam eles sonhos, medos, alegrias.

Aquele que é meu equilíbrio,  
que me incentiva e o amigo que acolhe.

A realização desse trabalho aconteceu  
porque você esteve ao meu lado. Obrigada!

## **AGRADECIMENTO ESPECIAL**

À Profa Dra Maria Francisca Colella-Santos,  
pelo companheirismo, apoio e confiança  
durante tantos anos que ultrapassaram  
o profissional para uma amizade verdadeira,  
com muito carinho e admiração.  
Agradeço por me orientar e acreditar nesse projeto.  
Muito Obrigada!

## **AGRADECIMENTOS**

*“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001”.*

Aos meus pais, José Carlos e Madalena, pelo amor e apoio, por estarem sempre ao meu lado sendo o suporte que preciso.

A minha irmã, Carolina, que é a amiga para todos os momentos, sempre com sábias palavras para apoiar e que divide as alegrias.

À professora Maria Fernanda Bagarolo pela participação em minha formação acadêmica e disponibilidade de estar na banca de qualificação.

Aos professores, Dra. Liliane Desgualdo Pereira, Dra. Simone Aparecida Capellini, Dra. Christiane Marques do Couto e Dr. Sérgio Tadeu Martins Marba pelo aceite em participarem da banca de defesa e por todas as contribuições realizadas.

Às professoras, Dra Maria Cecília Marconi Pinheiro Lima, Dra. Maria Fernanda Bagarolo e Dra Ana Claudia Vieira Cardoso pelo aceite carinhoso em participar da banca de defesa como suplentes.

À amiga e fonoaudióloga Thalita Ubilali, que dividiu os momentos de pesquisa, aprendizado e trabalho para que este estudo se concretizasse.

À amiga Thais Antonelli Diniz Hein, por representar o real significado da palavra amiga, pelo apoio, ajuda e alegrias em todos os momentos.

Às amigas Paula Martins, Leticia Reis Borges Ifanger pela amizade e apoio constante.

À neuropsicóloga, Sylvie Moschetta, que abraçou a ideia e participou na avaliação das crianças com a aplicação de teste específico da área.

Às fonoaudiólogas, Diana Faria e Ingrid Gielow, pela parceria para realização desse estudo utilizando a plataforma Afinando o Cérebro.

À toda minha família, em especial a Monica e o Raul que sempre confiaram em mim e apoiaram acima de qualquer coisa.

Aos funcionários da escola Sérgio Porto, em especial a Malu, que me acolheu e apoio toda a ideia dessa pesquisa, sempre buscando oferecer o melhor para cada um dos alunos.

Aos funcionários do Centro de Estudos e Pesquisa em reabilitação Prof. Dr. Gabriel O. S. Porto da Faculdade de Ciências Médicas/Unicamp. E a Marcia por auxiliar durante esses anos.

A todas as crianças que participaram do estudo e os pais/responsáveis por acreditarem e confiarem no trabalho realizado.

Muito obrigada a todos que de alguma forma participaram de todo o processo!

**Para ser grande, sê inteiro: nada  
Teu exagera ou exclui.  
Sê todo em cada coisa. Põe quanto és  
No mínimo que fazes.  
Assim em cada lago a lua toda  
Brilha, porque alta vive.**

**Ricardo Reis (Fernando Pessoa)**

## RESUMO

Estudos na área mostraram que outros transtornos, como as dificuldades relacionadas à leitura e escrita, frequentemente podem aparecer associados aos Transtornos de Processamento Auditivo Central (TPAC). Porém, o diagnóstico dos TPAC tem sido motivo de grandes discussões recentes, devido à grande participação de processos cognitivos na bateria de testes da avaliação comportamental. Uma vez identificado o TPAC, o treinamento auditivo é a ferramenta recomendada para a reabilitação das habilidades auditivas baseado nos princípios da neuroplasticidade. Este trabalho teve como objetivo analisar e comparar o desempenho auditivo de crianças com dificuldades de leitura e escrita e nível cognitivo preservado em testes periféricos e centrais pré e pós treinamento auditivo. O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição. Foram incluídos 54 escolares da rede pública de ensino com faixa etária entre 8 e 12 anos de idade, divididas em dois grupos de acordo com a performance no Teste de Desempenho Escolar. Aquelas que apresentaram desempenho inferior no subteste de leitura e escrita foram incluídas no grupo estudo e, aquelas com desempenho médio ou superior foram incluídas no grupo controle. Todas as crianças realizaram avaliação audiológica básica e de altas frequências, testes comportamentais do processamento auditivo, testes eletroacústicos e eletrofisiológicos. O grupo estudo foi submetido à um programa de treinamento auditivo on-line e foi reavaliado ao final do processo. A análise dos testes não demonstrou diferenças estatisticamente significantes na comparação dos grupos para a avaliação audiológica básica e de altas frequências, emissões otoacústicas transientes e produto de distorção e o potencial evocado auditivo de tronco encefálico. Foram observadas diferenças estatisticamente significantes para o Teste Dicótico de Dígitos, Teste de Sentenças Sintéticas, Teste Padrão de Frequência e o Teste Gaps in Noise, além dos testes eletrofisiológicos P300 e FFR. Após o treinamento auditivo, todos os testes que avaliam o sistema auditivo central apresentaram melhora demonstrando que este recurso é eficiente no processo de reabilitação. Os dados do presente estudo evidenciaram que as crianças com dificuldades de leitura e escrita apresentaram integridade do sistema auditivo periférico e alterações nos testes comportamentais e eletrofisiológicos quando comparadas com crianças sem dificuldades de leitura e

escrita. Acredita-se que, a avaliação do processamento auditivo possibilita a compreensão dos mecanismos que vão impactar na percepção auditiva da fala e consequentemente o processo de aprendizado. E o treinamento auditivo é uma opção útil para a reabilitação nessa população. Desse modo, a avaliação torna-se fundamental, pois fornecerá mais dados do real desempenho auditivo de escolares e poderá contribuir para o processo de reabilitação minimizando as dificuldades no processo de aprendizagem.

Palavras-chave: criança; audição; percepção auditiva; eletrofisiologia; estimulação acústica; escolares.

## **ABSTRACT**

Studies in the field have shown that other disorders, such as difficulties related to reading and writing, can often appear associated with Central Auditory Processing Disorders (TPAC). However, the diagnosis of TPAC has been the subject of great recent discussions, due to the large participation of cognitive processes in the battery of tests of behavioral assessment. Once TPAC is identified, auditory training is the recommended tool for the rehabilitation of auditory skills based on the principles of neuroplasticity. This study aimed to analyze and compare the auditory performance of children with reading and writing difficulties and preserved cognitive level in peripheral and central tests before and after auditory training. The work was approved by the Institution's Research Ethics Committee. 54 public school students aged between 8 and 12 years old were included, divided into two groups according to their performance in the School Performance Test. Those with lower performance in the reading and writing subtest were included in the study group, and those with average or higher performance were included in the control group. All children underwent basic and high-frequency audiological assessment, behavioral tests of auditory processing, electroacoustic and electrophysiological tests. The study group was submitted to an online auditory training program and was reassessed at the end of the process. The analysis of the tests did not show statistically significant differences in the comparison of the groups for the basic and high-frequency audiological evaluation, transient otoacoustic emissions and distortion product and the brainstem auditory evoked potential. Statistically significant differences were observed for the Dichotic Digit Test, Synthetic Sentence Test, Standard Frequency Test and the Gaps in Noise Test, in addition to the electrophysiological tests P300 and FFR. After auditory training, all tests that assess the central auditory system showed improvement, demonstrating that this resource is efficient in the rehabilitation process. The data from the present study showed that children with reading and writing difficulties showed integrity of the peripheral auditory system and changes in behavioral and electrophysiological tests when compared with children without reading and writing difficulties. It is believed that the evaluation of auditory processing enables the understanding of the mechanisms that will impact the auditory perception of speech and, consequently, the learning process. And auditory training is a useful

option for rehabilitation in this population. Thus, the evaluation becomes essential, as it will provide more data on the real auditory performance of schoolchildren and may contribute to the rehabilitation process, minimizing the difficulties in the learning process.

Keywords: child; hearing; perceptual auditory; electrophysiology; acoustic stimulation; schoolchildren.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1. Padrão de normalidade dos valores de latências do PEATE proposto para o equipamento IHS.....	49
Quadro 2. Padrão de normalidade dos valores de latências do PEALL proposto por McPherson (9).	50
Quadro 3. Programa de treinamento auditivo com exercícios baseados no website Afinando o Cérebro.....	52
Gráfico 1. Desempenho dos grupos no Teste Dicótico de Dígitos de acordo o momento da avaliação e a orelha avaliada. ....	78
Gráfico 2. Desempenho dos grupos no Teste Gaps-in-Noise de acordo o momento da avaliação e a orelha avaliada. ....	78
Gráfico 3. Desempenho dos grupos no Teste SSI de acordo o momento da avaliação. As barras de erro representam o intervalo de confiança de 95%. ....	79
Gráfico 4. Desempenho dos grupos no Teste de Padrão de Frequência de acordo o momento da avaliação. As barras de erro representam o intervalo de confiança de 95%. ....	79
Gráfico 5. Valores de latência do PEALL-TB de acordo o momento da avaliação e a onda. As barras de erro representam o intervalo de confiança de 95%. ....	82
Gráfico 6. Valores de latência do PEALL-Fala de acordo o momento da avaliação e a onda. As barras de erro representam o intervalo de confiança de 95%. ....	84
Gráfico 7. Valores de amplitude do PEALL-Fala de acordo o momento da avaliação e a onda. As barras de erro representam o intervalo de confiança de 95%. ....	84
Gráfico 8. Valores de latência do FFR de acordo o momento da avaliação e a onda. As barras de erro representam o intervalo de confiança de 95%. ....	86

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Comparação dos grupos, em relação ao sexo masculino e feminino. ....	54
Tabela 2. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação à idade. ....	54
Tabela 3. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação ao desempenho no teste de Raven. ....	55
Tabela 4. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação aos resultados da audiometria tonal liminar e de altas frequências. ....	56
Tabela 5. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação aos resultados da pesquisa de emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente. ....	58
Tabela 6. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação aos resultados da pesquisa das emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção. ....	59
Tabela 7. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação aos resultados do potencial evocado auditivo de tronco encefálico. ....	60
Tabela 8. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação aos resultados da bateria comportamental. ....	61
Tabela 9. Comparação dos grupos em relação à classificação normal e alterado, seguindo o critério de normalidade de cada teste de processamento auditivo, segundo a faixa etária. ....	62
Tabela 10. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação aos resultados do PEALL tone burst. ....	64
Tabela 11. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação aos resultados do PEALL-Fala. ....	65
Tabela 12. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação aos resultados do FFR. ....	67
Tabela 13. Valores descritivos e análise comparativa dos momentos em relação ao desempenho nos testes comportamentais de PAC. ....	68
Tabela 14. Valores descritivos e análise comparativa dos momentos em relação às medidas do PEATE. ....	70
Tabela 15. Valores descritivos e análise comparativa dos momentos em relação às medidas do PEALL-TB. ....	71

Tabela 16. Valores descritivos e análise comparativa dos momentos em relação às medidas do PEALL-Fala.....	73
Tabela 17. Valores descritivos e análise comparativa dos momentos em relação às medidas do FFR.....	75
Tabela 18. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação aos resultados dos testes de processamento auditivo.....	77
Tabela 19. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação aos resultados do PEATE.....	80
Tabela 20. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação aos resultados do PEALL-TB.....	81
Tabela 21. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação aos resultados do PEALL-Fala.....	83
Tabela 22. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação aos resultados do FFR.....	85

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

$\mu$ V	Microvolt
AAA	American Academy of Audiology
AAF	Audiometria de Altas Frequencias
ASHA	American Speech Language Hearing Association
ATL	Audiometria Tonal Liminar
Cz	Eletrodo Ativo
daPA	Decapascal
dB	Decibel
DDHR	Departamento de Desenvolvimento Humano e Reabilitação
DEL	Distúrbio Específico de Linguagem
EOAPD	Emissões Otoacústicas Produto Distorção
EOAT	Emissões Otoacústicas Transiente
et al.	e outros
FCM	Faculdade de Ciências Médicas
FFR	Frequency Following Response
Fpz	Eletrodo Ativo
GC	Grupo Controle
GE I	Grupo Estudo
GE II	Grupo Estudo Pós Treinamento Auditivo
GIN	Gaps-in-Noise
Hz	Hertz
IHS	Intelligente Hearing Systems
IRF	Índice de Reconhecimento de Fala
Kohms	Kiloohms
LRF	Limiar de Reconhecimento de Fala
NA	Nível de Audição
NPS	Nível de Pressão Sonora
NS	Nível de Sensação
OD	Orelha Direita
OE	Orelha Esquerda
OMS	Organização Mundial da Saúde
PAC	Processamento Auditivo Central
PEA	Potencial Evocado Auditivo
PEALL	Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência
PEATE	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico
SNAC	Sistema Nervoso Auditivo Central
SSI	Teste de Identificação de Sentenças Sintéticas
TA	Treinamento Auditivo
TAAC	Treinamento Auditivo Acusticamente Controlado
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TCV	Teste Consoante-Vogal
TDAH	Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade
TDD	Teste Dicótico de Dígitos
TDE	Teste de Desempenho Escolar
TPAC	Transtorno de Processamento Auditivo Central
TPF	Teste Padrão de Frequencia
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas

# SUMÁRIO

1.	Introdução.....	20
2.	Objetivos.....	22
2.1.	Objetivo Geral.....	22
2.2.	Objetivos Específicos .....	22
3.	Revisão Da Literatura.....	23
3.1.	Sistema Auditivo Periférico e Central.....	23
3.2.	PAC: avaliação comportamental e eletrofisiológica.....	25
3.3.	Treinamento Auditivo acusticamente controlado .....	37
4.	Metodologia.....	42
4.1.	Desenho .....	42
4.2.	Seleção dos sujeitos.....	42
4.2.1.	Critérios de inclusão .....	42
4.2.2.	Critérios de exclusão:.....	43
4.2.3.	Composição dos Grupos.....	43
4.3.	Procedimentos realizados .....	44
4.3.1.	Avaliação do Sistema Auditivo Periférico.....	45
4.3.2.	Avaliação Comportamental do PAC.....	46
4.3.3.	Avaliação Eletrofisiológica.....	48
4.3.4.	Treinamento Auditivo.....	51
4.3.5.	Análise estatística.....	53
5.	Resultados.....	54
5.1.	Parte I – Comparação GE I X GC .....	54
5.1.1.	Caracterização da amostra .....	54
5.1.2.	Avaliação sistema auditivo periférico e de tronco encefálico.....	55
5.1.3.	Avaliação do sistema auditivo central .....	61
5.2.	Parte II: Comparação entre os grupos nos momentos pré e pós-TA .....	68
6.	Discussão .....	87
6.1.	Parte I – Comparação GE I X GC .....	87
6.2.	Parte II – Comparação entre os grupos nos momentos pré e pós-TA .....	95
7.	Considerações Finais .....	100
8.	Conclusão.....	101
9.	Referências .....	102
10.	Apendice.....	110
10.1.	Apendice I.....	110
10.2.	Apendice II.....	113
10.3.	Apendice III.....	114
11.	Anexo .....	117
11.1.	Anexo I .....	117

11.2.	Anexo II .....	122
11.3.	Anexo III .....	123

# 1. INTRODUÇÃO

O processo de aprendizagem da leitura e da escrita depende do funcionamento efetivo de vários sistemas sensoriais, dentre eles o auditivo.

O sistema auditivo consiste em estruturas que englobam desde a orelha externa até as conexões existentes no sistema nervoso central, sendo extremamente complexo. Assim, para compreensão da informação auditiva é necessária primeiramente à integridade do sistema auditivo como um todo. Por isso, os mecanismos e processos do Sistema Nervoso Auditivo Central (SNAC) podem interferir tanto no processamento dos sinais verbais quanto dos não verbais e podem influenciar o desenvolvimento da linguagem e do aprendizado.

Nos últimos anos houve crescente interesse em estudar as habilidades auditivas de crianças, pois existem evidências de que crianças que apresentam alterações nestas habilidades são mais suscetíveis a distúrbios de linguagem e aprendizagem (1-6).

A definição mais comumente usada para o processamento auditivo central (PAC) é a eficiência e a eficácia com que o sistema nervoso central utiliza a informação auditiva. Engloba o processamento perceptual da informação auditiva pelo sistema nervoso auditivo central e a atividade neurobiológica subjacente ao processamento que dá origem aos potenciais evocados auditivos (7).

A avaliação do PAC deve determinar se o indivíduo consegue receber, analisar, codificar e transferir o estímulo acústico através do sistema periférico e central até o córtex superior. Não há uma bateria universal, mas há recomendações da American Speech Language Hearing Association (ASHA)(7) e da American Academy of Audiology (AAA) (8), de que uma bateria mínima de avaliação do PAC seja aplicada com testes verbais e não verbais, de forma que cada habilidade auditiva seja avaliada por pelo menos um teste. Sendo assim, para adequada avaliação do SNAC, testes comportamentais e eletrofisiológicos devem se complementar.

Os testes eletrofisiológicos são uma forma objetiva de avaliar o PAC e pode ser realizada a partir dos potenciais evocados auditivos (PEA), que tem como objetivo avaliar a atividade neuroelétrica na via auditiva em resposta a

um estímulo ou evento sonoro, e as atividades corticais envolvidas nas habilidades de discriminação, integração e atenção do cérebro (9).

O desempenho rebaixado nos testes de PAC, verificado por meio de testes comportamentais e eletrofisiológicos, podem ocasionar problemas de linguagem, de leitura e escrita. Alguns estudos já apontaram essa correlação (10-12). No entanto, a natureza da relação entre o processamento auditivo e de linguagem continua a ser debatida (13).

O transtorno de processamento auditivo central (TPAC) pode ocorrer devido a prejuízos na função neural, relacionados tanto as vias aferentes e eferentes do SNAC, assim como os outros sistemas de processamentos neurais que estão relacionados aos processos top-down do SNAC (14).

Assim que identificado um déficit no PAC, o treinamento auditivo (TA) é a ferramenta recomendada para reabilitação das habilidades auditivas.

O TA pode ser definido como o conjunto de condições e/ou tarefas designadas para a ativação do sistema auditivo e dos sistemas associados. As mudanças no SNAC ocorridas após o TA são fundamentadas pela plasticidade do SNAC, a qual pode ser definida como as alterações nas células neurais para melhor atender às influências ambientais imediatas, estando estas alterações geralmente associadas a mudanças comportamentais (15).

Considerando que as habilidades auditivas são fundamentais para compreender auditivamente a mensagem, fica evidente a necessidade de se conhecer o processamento auditivo central através de avaliações comportamentais e eletrofisiológicas, uma vez que a investigação e acompanhamento das habilidades auditivas em escolares podem auxiliar com condutas adequadas para eliminar ou minimizar alterações nestas que possam influenciar negativamente no processo de aprendizagem.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Analisar e comparar desempenho auditivo de crianças com e sem dificuldades de leitura e escrita em testes periféricos e centrais pré e pós treinamento auditivo acusticamente controlado.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Analisar os resultados obtidos nos testes periféricos e centrais em crianças com e sem dificuldade de leitura e escrita considerando-se sexo, faixa etária e orelha.

Analisar e comparar os resultados obtidos nos testes auditivos periféricos e de tronco encefálico nas crianças com e sem dificuldades de leitura e escrita.

Analisar e comparar os resultados obtidos na avaliação nos testes comportamentais e eletrofisiológicos do processamento auditivo, nas crianças com e sem dificuldades de leitura e escrita.

Analisar e comparar os resultados dos testes comportamentais e eletrofisiológicos após um programa de treinamento auditivo acusticamente controlado nas crianças com dificuldades de leitura e escrita.

### **3. REVISÃO DA LITERATURA**

O capítulo de revisão da literatura foi categorizado por assunto, baseado nos estudos que sustentaram a realização deste trabalho. Para facilitar a compreensão os assuntos foram apresentados de acordo com a relevância, sendo dividido da seguinte maneira:

- Sistema Auditivo Periférico e Central
- Processamento auditivo central: avaliação comportamental e eletrofisiológica
- Treinamento Auditivo Acusticamente Controlado

#### **3.1. SISTEMA AUDITIVO PERIFÉRICO E CENTRAL**

O sentido da audição é uma parte importante para que ocorra a comunicação, sendo um processo de aprendizado e de codificações, exigindo um apurado processamento de cada som captado pelo sistema auditivo.

O desenvolvimento do sistema auditivo humano inicia em fase intrauterina. Sabe-se que o processo de maturação neurológica da via auditiva até o tronco encefálico ocorre em duas etapas. Na primeira, por volta do sexto mês, ocorrerá a maturação da parte periférica, em seguida, por volta da 30<sup>a</sup> semana gestacional, o desenvolvimento da orelha média, cóclea, nervo auditivo e vias auditivas corticais, já estando prontas para o seu funcionamento (16). Na segunda etapa, ocorre a mielinização das vias auditivas que se inicia após o nascimento e completam-se em torno dos 18 meses. As mudanças mais importantes ocorrem no primeiro ano, no entanto, sabe-se que a reorganização cerebral continuará até a adolescência (17).

O sistema auditivo é complexo e pode ser dividido em duas porções distintas e inter-relacionado, composto pelo sistema auditivo periférico e central. A porção periférica é constituída pela orelha externa, média e interna e o nervo vestibulococlear. Já o sistema auditivo central é formado pelas vias auditivas localizadas no tronco encefálico e áreas corticais (18).

O sistema auditivo periférico é responsável pela captação e transmissão da onda sonora, por meio da vibração da membrana timpânica e da cadeia ossicular. A vibração da platina do estribo na janela do vestíbulo movimenta a perilinfa, provocando as vibrações na base da cóclea iniciando o

processamento da informação auditiva na cóclea devido à tonotopia coclear e na porção coclear do nervo vestibulococlear (18).

A cóclea, estrutura helicoidal, é a principal estrutura responsável pela audição. Nela está contida o Órgão de Corti, formado pela membrana tectória, pelas células de sustentação e pelas células ciliadas externas e internas. As células ciliadas são as células sensoriais, destinadas à transformação das ondas sonoras em impulsos nervosos que percorreram a via auditiva pelas fibras dos VIII nervo craniano para os núcleos cocleares, tronco encefálico, tálamo e córtex auditivo (18).

As fibras nervosas que saem da cóclea em direção ao tronco encefálico são o feixe de fibras do ramo coclear do nervo auditivo e estão organizados de forma tonotópica, continuando por toda a via auditiva até o córtex. Essa transmissão feita pelas fibras neurais somados às sinapses em uma série de estações, que enviam a informação acústica para os centros de processamento auditivo no córtex formam o sistema nervoso auditivo central (19).

Os estímulos auditivos são conduzidos por vias ipsi e contralateral até o cérebro, levando informações sobre tempo e intensidade dos sinais acústicos. A condução da informação auditiva ocorre via núcleos cocleares, complexo olivar superior, lemnisco lateral, colículo inferior e corpo geniculado medial até a área auditiva do lobo temporal no córtex cerebral (20). Como a maioria das fibras nervosas cruzam no SNAC, a atividade da orelha direita é representada preferencialmente no lado esquerdo do córtex auditivo, sendo dominante para percepção dos estímulos de fala e linguagem, enquanto que a atividade da orelha esquerda é representada no hemisfério direito, sendo mais funcional para percepção de sons musicais. Esta dominância foi comprovada através de estudos desenvolvidos em pacientes com lesões corticais que revelaram um reconhecimento deficitário de canções familiares e de prosódia nos pacientes com lesão no lado direito e de reconhecimento pobre da linguagem verbal nos pacientes com lesão à esquerda (21).

Diante de tal complexidade, o processamento dos estímulos acústicos consiste em uma série de conexões neuroanatômicas originadas nos neurônios da cóclea e finalizadas no córtex auditivo, podendo envolver também

áreas não auditivas centrais: lobo frontal, conexões temporoparieto-occipitais (22).

Os mecanismos e processos do SNAC interferem tanto nos sinais verbais quanto nos não verbais e podem influenciar o desenvolvimento da linguagem e do aprendizado.

### **3.2. PAC: AVALIAÇÃO COMPORTAMENTAL E ELETROFISIOLÓGICA**

A definição mais comumente usada para o processamento auditivo central é a eficiência e a eficácia com que o sistema nervoso central utiliza a informação auditiva. Engloba o processamento perceptual da informação auditiva pelo sistema nervoso central e a atividade neurobiológica subjacente ao processamento que dá origem aos potenciais evocados auditivos (7). Indivíduos que apresentam falha em alguns desses mecanismos podem apresentar comorbidades com outros transtornos do neurodesenvolvimento como a dislexia, transtorno do déficit de atenção de hiperatividade, os transtornos de aprendizagem, entre outros (10, 11).

Em relação ao funcionamento do PAC, dois processos devem ocorrer, um deles chamado de Bottom-up, que se refere ao processamento das características físicas do sinal acústico e ou outro como Top-Down, relacionado ao reconhecimento e compreensão dos estímulos, baseado nas experiências e no conhecimento linguístico, o qual esta relacionado aos aspectos cognitivos de memória, atenção e funções executivas (23).

A avaliação do PAC deve determinar se o indivíduo consegue receber exatamente e transferir o estímulo acústico através do sistema periférico e central até o córtex superior. Não há uma bateria universal, mas há recomendações da American Speech Language Hearing Association (ASHA) (7) e da American Academy of Audiology (AAA) (8), de que uma bateria mínima de PAC seja aplicada, contendo testes verbais e não verbais, de forma que cada habilidade auditiva seja avaliada por pelo menos um teste.

Quando o indivíduo apresenta desempenho rebaixado em dois ou mais testes da bateria comportamental, recomenda-se (8) a utilização do termo transtorno do processamento auditivo central (TPAC), sendo utilizado para

descrever um déficit na análise completa da informação, que não pode ser justificado por quadros de audição periférica íntegra (24).

Há relato de que Myklebust, em 1954, teria introduzido o termo “processamento auditivo” para explicar a dificuldade de crianças para compreensão do estímulo auditivo. Ele descreveu crianças com sistema periférico íntegro, mas que apresentavam aparente dificuldade em reconhecer a fala no ruído (25).

A avaliação do processamento auditivo foi explorada por Kimura em 1961, que propôs um modelo para audiologistas avaliarem a fisiologia do SNAC através do uso de testes dicóticos (26).

Já em 1973, Rees relacionava os déficits de percepção auditiva como à causa dos distúrbios de linguagem e concluiu que as habilidades auditivas parecem ter um papel fundamental na linguagem e aprendizado (27).

Por volta de 1981, Lubert relatou que o déficit na capacidade de detectar características acústicas do sinal auditivo seria um importante fator para que as crianças não atingissem bom desempenho nas tarefas de linguagem (28).

Estudo mais recente mostrou comorbidade entre os distúrbios de leitura e de processamento auditivo em crianças, comprovada através da avaliação do PAC, no qual as crianças apresentavam alteração em pelo menos um teste da bateria aplicada (10).

Existem evidências da relação do PAC com o desempenho escolar (1-3). Sendo que, algumas crianças apresentam o déficit no processamento auditivo temporal, ou seja, apresentam dificuldades em processar o estímulo ao longo do tempo. Essa dificuldade pode estar relacionada à discriminação auditiva e as limitações em processar mudanças rápidas nas pistas acústicas da fala encadeada podem repercutir no processo de aprendizagem da leitura e da escrita (4-6).

Simões e Schochat (2010) (29) analisaram as habilidades auditivas prejudicadas em crianças com dislexia através da aplicação dos testes comportamentais do processamento auditivo. Foram avaliadas as habilidades de fechamento, figura-fundo para sons linguísticos e ordenação temporal. As crianças com dislexia apresentaram desempenho rebaixado em todos os

testes, sendo que a habilidade de ordenação temporal foi a que apresentou pior resultado.

Rocha-Muniz et al. (2014) (30) analisaram os resultados de testes comportamentais em crianças com desenvolvimento típico, DEL e TPAC. As crianças com DEL apresentaram piores resultados, sendo que a habilidade de ordenação temporal apresentou resultados significativamente piores. As autoras relacionaram a dificuldade de processamento de estímulos rápidos e a discriminação de frequências, o que pode estar relacionado com o transtorno de linguagem.

Em 2010 Abdo, Murphy e Schochat (2) estudaram crianças de 7 a 12 anos divididas em três grupos: crianças sem queixas de PA e/ou atraso no desenvolvimento da linguagem oral ou escrita, grupo com dislexia e grupo com TDAH. Aplicaram Testes Fala com Ruído, Dicótico de Dígitos e Padrão de Frequência. As crianças com TDAH apresentaram pior resultado em todos os testes, seguido das com dislexia, concluindo estreita relação entre as habilidades de atenção e as habilidades do PAC avaliadas.

Em 2010 ainda, outro estudo pesquisou as crianças com desvio fonológico através da aplicação de testes comportamentais e concluíram que as alterações no PAC estão intimamente ligadas às dificuldades de fala, pois todas as crianças com desvio fonológico tiveram alteração em comparação ao grupo controle (31).

Oliveira, Murphy e Shochat em 2013 (1) estudaram grupos de crianças de 9 a 12 anos com diagnóstico de Dislexia e sem queixas relacionadas à leitura e desempenho escolar. Observam alteração no teste dicótico de dígitos e no teste padrão de frequência no grupo de crianças com dislexia, concluindo que crianças com dislexia apresentam alterações das habilidades auditivas de processamento temporal e figura-fundo.

Neves e Schochat (2005) (32) estudaram crianças com dificuldades escolares na faixa etária entre 8 e 10 anos, mas sem diagnóstico de dislexia e comparou com crianças sem dificuldades escolares. Foram aplicados os testes de processamento auditivo e encontraram piores resultados nas crianças com dificuldades escolares em todos os testes aplicados, concluindo que elas podem ter um atraso na maturação das habilidades auditivas.

Para adequada avaliação do SNAC, recomenda-se a utilização de testes comportamentais e eletrofisiológicos como medidas complementares.

Os testes eletrofisiológicos são uma forma objetiva de avaliar o processamento auditivo e pode ser realizada a partir dos potenciais evocados auditivos, que tem como objetivo avaliar a atividade neuroelétrica na via auditiva em resposta a um estímulo ou evento sonoro, e as atividades corticais envolvidas nas habilidades de discriminação, integração e atenção do cérebro (9).

Os Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL) referem-se a respostas elétricas gravadas a partir de 80 ms após a apresentação do estímulo e são geradas por áreas primárias, secundárias e de associação do córtex auditivo (33). Podem ser utilizados como ferramenta clínica na investigação dos mecanismos neurais relacionados à percepção auditiva em indivíduos normais e com alteração no SNAC.

O P300 é um componente observado no PEALL e depende da atenção, mas também envolve áreas mais altas do SNAC. Quanto mais frequente é o estímulo, menos neurônios respondem a ele, pois ocorre habituação do sistema auditivo. Quanto mais raro é o estímulo, o sistema responde com mais neurônios, o que gera uma curva de neurônios maior (em amplitude). Assim é formado o P300 (34, 35).

Jirsa e Clontz (1990) (33) observaram diferenças significativas nas medidas do P300 entre os indivíduos com desenvolvimento típico e TPAC. Eles concluíram que ocorre um atraso na latência do P300 e diminuição da amplitude nas crianças com TPAC.

Diniz (1996) (36) avaliou a latência e amplitude do P300 de crianças com queixa escolar associada a alterações no PAC, na faixa etária entre oito e 14 anos, e observou aumento significativo na latência nas crianças com queixas escolares.

Farias et al.. (2004) (37) comparou as medidas da latência do P300 em 103 crianças com bom e mau rendimento escolar, na faixa etária entre oito e 13 anos. Os resultados demonstraram aumento significativo nas medidas da latência do P300 no grupo com baixo rendimento escolar.

Leite et al. (2010) (38) avaliou os PEALL em crianças com transtorno fonológico com faixa etária entre 8 e 11 anos, sendo o GC composto por 25 e o

GE formado por 41 crianças divididas em grupo intervenção e grupo sem intervenção. Os resultados apresentaram diferenças estatisticamente significantes para a latência das ondas P2 e P300 e amplitude do P300 na comparação dos grupos. O P300 apresentou maior porcentagem de resultados alterados no GE, com predomínio do aumento de latência. Após terapia, observou-se melhora nos resultados para todos os componentes.

Soares et al. (2011) (39) avaliaram o PEALL e o PAC em crianças com alteração de leitura e escrita confirmada em avaliação específica. Foram avaliadas 12 crianças com idade entre 8 e 12 anos. As habilidades do PAC mais alteradas foram ordenação temporal e figura-fundo para sons linguísticos. Foram encontrados resultados alterados no P300 e no MMN. Os indivíduos com alterações de leitura e escrita apresentaram desempenho abaixo do esperado em testes do PAC.

Wiemes et al. (2012) (40) avaliaram 21 crianças com faixa etária entre 7 e 14 anos, com distúrbios de leitura e escrita. Os indivíduos apresentaram resultados dentro da normalidade para avaliação audiológica e para o PEATE. Para o P300 apresentaram média de 334,25 ms, sendo divididos em dois grupos. Grupo A com valores acima da média e grupo B com valores abaixo da média. Os indivíduos do grupo A também foram submetidos aos testes SSW e fala no ruído. Os resultados mostraram alteração no testes SSW e Fala no ruído em indivíduos com distúrbios de leitura e escrita e aumento da latência no P300.

Oliveira et al. (2013) (1) realizaram avaliação comportamental e eletrofisiológica de 22 crianças com dislexia e 16 participaram do grupo controle. Em relação aos 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.

Romero et al. (2013) (41) avaliou o PEALL de 30 crianças com e sem diagnóstico de TDAH com faixa etária entre 8 e 12 anos. Foram observadas diferenças ao nível de significância para a amplitude de P2 da OE, que foi maior para o grupo com TDAH, e para a amplitude e latência de N2, que se mostraram alteradas no grupo com TDAH.

Almeida e Matas (2013) (42) avaliaram os PEALL em crianças de 7 a 12 anos, sendo 31 crianças com diagnóstico de desnutrição e 34 com desenvolvimento típico. Foram encontradas diferenças estatísticas para as ondas P1, N1 e P300 com aumento de latência sugerindo déficit na via auditiva central.

Santos et al. (2015) (43) realizaram avaliação de 159 indivíduos encaminhados para avaliação do processamento auditivo. A principal queixa relatada foi a de dificuldade de aprendizagem, sendo que os testes temporais e de escuta dicótica foram os que apresentaram maiores índices de alteração. Os testes comportamentais apresentaram fraca correlação com os testes eletrofisiológicos.

Advíncula et al. (2008) (44) analisou os PEALL de 20 crianças com desvio fonológico com faixa etária entre 7 e 14 anos. Os valores médios da amplitude do N2 apresentaram-se estatisticamente significantes menores no grupo com desvio fonológico, indicando que crianças portadoras de transtornos fonológicos apresentam comportamentos neurofisiológicos relacionados à atenção auditiva alterada. Foram observadas diferenças para a prova de consciência fonológica pré e pós e na latência do P300 para o grupo que passou pelo programa de remediação.

Alvarenga et al. (2013) (45) realizou o P300 para monitorar a evolução terapêutica de escolares com dislexia. Sendo 20 crianças com idade entre 8 e 14 anos divididos em dois grupos, um que foi submetido ao programa de remediação fonológica e o outro como grupo controle. A comparação pré e pós intervenção demonstrou diferença na prova de consciência fonológica e na latência do P300. As autoras concluíram que o P300 foi eficiente no monitoramento da evolução terapêutica.

Mendonça et al. (2013) (46) realizaram uma revisão da literatura para avaliar a aplicação do TPF e do P300 e verificaram que estes instrumentos são eficazes para avaliação das habilidades auditivas.

Souza et al. (2017) (47) avaliaram o PEALL de crianças com e sem queixas de dificuldade de aprendizagem. Foram analisados os resultados de 30 crianças com queixa de dificuldade de aprendizagem e 14 crianças sem queixas, com idades entre 9 e 12 anos 11 meses. O grupo estudo apresentou

aumento de latência para o P300. Não foram observadas diferenças para a amplitude apesar dos valores serem menores para o GE.

Os estímulos não-verbais (cliques e tone burst) são os mais comumente utilizados pois possibilitam uma estimulação rápida e sincrônica dos neurônios. Entretanto, o uso de estímulos verbais, como os de fala, contribui para uma análise mais precisa do sistema auditivo, em especial para investigação da decodificação sonora dos sons verbais que estão diretamente relacionadas à comunicação (48).

A avaliação do PEALL também pode ser realizada através do uso de estímulos verbais. Essa avaliação fornece informações adicionais sobre os processos biológicos envolvidos no processamento da fala, complementares às obtidas pela avaliação comportamental, seja por razões cognitivas, auditivas e/ou linguísticas (49).

Massa et al. (2011) (50) avaliou jovens adultos normo-ouvintes para comparar o P300 com estímulos verbais e não verbais. Observaram que há um aumento de latência para os estímulos verbais enquanto que ocorre uma redução da amplitude para esse mesmo estímulo.

Francelino et al. (2014) (51) analisaram o P300 com estímulo de fala como instrumento para verificar a efetividade do treinamento auditivo. Foram avaliados 10 crianças com faixa etária entre 7 e 14 anos pré e pós TA. O TA foi composto por 9 sessões. Foi observada redução da latência e aumento da amplitude do P300 no instante pós-TA, de forma estatisticamente significativa.

Perez et al. (2017) (52) avaliaram 10 mulheres com faixa etária de 17 a 30 anos de idade, sem alterações de processamento auditivo central. Foi feito o teste e o re-teste após 4-6 semanas para determinar os componentes do PEALL com estímulo verbal e não-verbal. Elas observaram diferenças entre as orelhas e quanto ao teste e re-teste. As respostas de amplitude mais robustas foram observadas para o estímulo de fala com diferença estatística entre os estímulos utilizados. O PEALL se mostrou estável para latência e amplitude no teste e re-teste

Oppitz et al. (2015) (53) avaliaram o PEALL com estímulo verbal e não verbal de indivíduos na faixa etária entre 18 e 32 anos. Foram observadas diferenças para a latência das ondas N2 e P3 entre os estímulos utilizados.

Souza et al. (2018) (54) analisaram os resultados do PEALL com estímulos verbais de 20 crianças com desenvolvimento típico, com idade entre 5 e 9 anos 11 meses. Não observaram diferença estatisticamente significativa para os valores de latência e amplitude dos componentes desse potencial

Alvarenga et al. (2013) (55) analisaram o PEALL com estímulo de fala de 31 indivíduos com desenvolvimento típico com idade entre 7 e 30 anos. Encontraram diferenças estatisticamente significantes para a latência do N2 e P3 e amplitude do P3 para esse estímulo.

Outro procedimento que compõe a bateria dos testes eletrofisiológicos com utilização dos estímulos verbais é o Frequency Following Response (FFR), que também permite avaliar o processamento das informações auditivas associadas às habilidades comunicativas (56).

Com esta avaliação é possível compreender as bases neurais do sistema auditivo. O traçado é composto de um pico positivo, a onda V, seguido de um pico negativo, denominado onda A. Após este complexo V-A, os picos negativos C, D, E, F e O são observado. As ondas V, A, C e O representam os componentes transitórios que demandam um processamento rápido do sistema auditivo. E as ondas D, E e F fornecem informações sobre o phase-locking neural da frequência fundamental dos harmônicos do estímulo sonoro (57).

O estímulo verbal utilizado na avaliação do FFR, normalmente, é uma sílaba como /ba/, /da/ ou /ga/. A avaliação gera informações sobre como a estrutura da sílaba falada é codificada no sistema auditivo. O traçado pode ser dividido em duas partes: onset e frequency following response (FFR). A primeira parte representa a consoante e a segunda, a vogal. O componente onset é eliciado por volta de 10 milissegundos (ms), sendo considerada a porção transiente do estímulo que reflete a decodificação das mudanças temporais rápidas inerentes as consoantes. O FFR, por sua vez, ocorre em torno de 18 a 50 ms, sendo classificado como a porção sustentada que indica a codificação da estrutura sonora periódica e harmônica da vogal (58).

Os problemas decorrentes do processo de percepção de fala podem ser explicados pelo fato de que a fala é um sinal complexo que varia continuamente em muitas dimensões acústicas ao longo do tempo. Assim, para que um indivíduo seja capaz de processar as informações auditivas dos sons verbais é necessária, primeiramente, a integridade do sistema nervoso auditivo

central associado à habilidade de detecção, em um curtíssimo espaço de tempo, dos elementos representativos do discurso, seja no início, seja no final da produção verbal (59).

Respostas para estímulos complexos, como a fala, vêm sendo avaliadas em populações com TPAC, do desenvolvimento da linguagem e do aprendizado (60, 61).

Ragaçone et al. (2014) (62) sugerem que a aprendizagem da linguagem oral e escrita depende da assimilação de elementos acústicos e da representação de características fonéticas da língua.

Filippini et al. (2012) (63) utilizou o FFR como instrumento para verificar a eficácia do TA em crianças com diagnóstico de TPAC e distúrbio de linguagem. Foram avaliadas 30 crianças, com idades entre 7 e 13 anos. A avaliação foi composta de testes comportamentais e pelo FFR. O programa de TA estabelecido foi realizado em 8 sessões. E as reavaliações aconteceram 12 semanas após a avaliação inicial. Para o FFR não foram observadas diferenças significativas entre os grupos, com exceção do complexo V-A que estava alterada no grupo com TPAC. Após o TA, foram observadas melhoras nas respostas comportamentais, mas não foram observadas mudanças para o FFR.

Song et al. (2006) (64) investigaram a relação entre o PEATE com estímulo verbal e não verbal em crianças com e sem dificuldades de aprendizagem. Concluíram que as respostas obtidas pelos dois estímulos refletem processos neurais distintos e que apenas os processos envolvidos na codificação de sons verbais (fala) estão alterados nas crianças com dificuldades de aprendizagem.

Sanfins et al. (2016) (56) analisaram as respostas do FFR em 40 crianças e adolescentes falantes do português do Brasil, com audição normal e desenvolvimento típico e encontrou os valores médios esperados para cada onda nessa população. As autoras recomendam a utilização dessas medidas como uma referência e sugerem ainda novos estudos (65).

Kouni et al. (2016) (66) observaram que a avaliação do PEATE em disléxicos e nos distúrbios de aprendizagem normalmente apresenta respostas dentro da normalidade, enquanto que o FFR foi mais sensível na identificação de alterações. Os autores salientam que este pode ser um recurso na

identificação precoce de indicadores que minimizem as dificuldades no processo de aprendizagem.

Sanfins et al. (2017) (65) realizaram um estudo de caso com crianças com dificuldades escolares, as respostas do PEATE estavam dentro da normalidade e a identificação das habilidades auditivas alteradas ocorreu através da aplicação bateria comportamental do PAC e do FFR. Foram observados valores prolongados das ondas V e A.

Song et al. (2008) (67) realizaram a avaliação de 4 crianças com diagnóstico de DEL através do FFR e identificaram aumento dos valores de latência e diminuição na amplitude na onda V e A e no complexo VA.

Rocha-Muniz et al. (2014) (68) avaliaram o FFR de 75 crianças falantes nativos do Português do Brasil. Foram incluídas 25 crianças com TPAC, 25 com distúrbios de linguagem e 25 com desenvolvimento típico. As autoras concluíram que o FFR é útil na identificação dos TPAC e nos distúrbios de linguagem.

Rocha-Muniz et al. (2012) (61) investigou se existem diferenças nas respostas do FFR entre crianças com TPAC, distúrbios de linguagem e desenvolvimento típico. Foi realizada avaliação de 57 crianças. A análise comparativa das respostas mostrou aumento do valor da onda A indicando déficit na codificação das características acústicas da fala e embora as crianças com TPAC apresentem mais dificuldade em distinguir estímulos com base em sinais de tempo, as crianças com distúrbios de linguagem apresentaram dificuldade de distinguir os harmônicos da fala, importante para a identificação dos sons da fala. Desse modo, uma representação ineficiente de componentes cruciais dos sons da fala pode contribuir para as dificuldades com o processamento da linguagem.

Rocha-Muniz et al. (2016) (69) realizou estudo verificando a aplicabilidade do FFR nos TPAC. Foram selecionados 27 prontuários de crianças entre 7 e 15 anos, que apresentaram alteração no FFR e foram levantados os dados do PAC. Observou-se que das 27 crianças com FFR alterado 23 apresentaram alteração na avaliação de PAC. As autoras sugerem que o FFR é uma ferramenta importante para auxiliar no diagnóstico de TPAC.

Ferreira et al. (2019) (70) avaliaram as respostas do FFR em crianças com transtorno fonológico. Foram avaliadas 60 crianças entre 5 e 8

anos Observaram aumento de latência para todos os componentes do FFR apresentando respostas alteradas.

O desempenho rebaixado nos testes de PAC, verificado por meio de testes comportamentais e eletrofisiológicos, podem ocasionar problemas de linguagem, de leitura e escrita. Alguns estudos já apontaram essa correlação (10-12, 50). No entanto, a natureza da relação entre o processamento auditivo e de linguagem continua a ser debatida (13).

O TPAC pode ocorrer devido a prejuízos na função neural, relacionados tanto as vias aferentes e eferentes do SNAC, assim como os outros sistemas de processamentos neurais que estão relacionados aos processos top-down do SNAC (14).

A diferenciação do processamento auditivo do de linguagem consiste no conhecimento das características acústica, fonêmica e linguística de maneira comportamental e neurológica, sabendo que os aspectos auditivos, fonológicos e de linguagem precisam trabalhar juntos para que ocorra um processamento apurado da informação auditiva (25).

O PAC, a consciência fonológica e a discriminação auditiva são fatores que interferem no aprendizado da leitura e da escrita por estarem diretamente relacionados à audição receptiva (71). Portanto o processamento auditivo também está relacionado ao processo de alfabetização. Processos como a maturação do sistema auditivo (72), processamento das características acústicas (4, 73) e a variabilidade do disparo neural (74, 75) podem influenciar na aprendizagem.

Uma possibilidade de correlação entre o TPAC e as alterações de leitura e escrita pode ser o déficit fonológico, já que é encontrado em muitas crianças com dificuldade de leitura e escrita. O déficit fonológico é secundário a déficits sensoriais mais amplos e um deles é o déficit do processamento auditivo temporal (50).

O processamento dos aspectos temporais do som é considerado fundamental na compreensão da fala. Crianças com dificuldades no processamento temporal podem apresentar dificuldades na aquisição da fala, linguagem e leitura, uma vez que a habilidade de ordenação temporal está relacionada à percepção da sequência de sons (76).

Sabe-se que estruturas auditivas subcorticais codificam o som da fala com alta precisão temporal e espectral. A literatura relata que um déficit na representação ou no acesso dos sons da fala pode prejudicar o processamento fonológico (77).

Quando a criança inicia o processo de aprendizagem da leitura e da escrita, ela necessita compreender o processo de segmentação do sons, tais elementos denominam-se fonemas e estão presentes na fala (78).

Para que haja aprendizagem da leitura e da escrita em um sistema de escrita alfabético, é necessário que o escolar faça a associação entre um componente auditivo fonêmico e outro componente visual gráfico. Como consequência, a avaliação das habilidades metafonológicas em escolares revelaram ser uma boa medida preditora do desempenho acadêmico (79).

A aprendizagem pode ser definida como um processo que ocorre no sistema nervoso central, no qual se produzem mudanças, as quais se traduzem em modificação funcional ou de comportamento, permitindo uma melhor adaptação do indivíduo ao meio como resposta a uma ação ambiental. Portanto, a aprendizagem é processo de aquisição, podendo ocorrer por dois processos, sendo um por ação de um estímulo extrínseco (experiência), e o que se constitui por um processo adaptativo no qual o indivíduo pode modificar-se frente às alterações de seu ambiente a fim de ter uma resposta mais adequada (80).

A criança com dificuldades na aprendizagem apresenta como manifestação mais evidente o baixo desempenho escolar. A literatura define a dificuldade de aprendizagem como sendo transitória. É caracterizada por um grupo heterogêneo de manifestações que ocasiona baixo rendimento em leitura, escrita e cálculo-matemático. As dificuldades de aprendizagem fazem com que os escolares não consigam acompanhar as atividades de leitura e escrita no contexto escolar principalmente por motivos relacionados ao sujeito que aprende ou ao professor, aos conteúdos pedagógicos, à falta de oportunidades para a aprendizagem, a condições socioeconômicas desfavoráveis e a propostas/métodos de ensino que não sejam adequadas ao perfil e a necessidade desses escolares. Ou seja, eles sofrem as consequências de fatores extrínsecos diretamente na sua aprendizagem, tendo, muitas vezes, o fracasso acadêmico como resultado final. Já no caso

dos Transtornos Específicos de Aprendizagem, são transtornos do neurodesenvolvimento, de ordem neurobiológica e persistentes (81-84).

Apesar das evidências de falhas no processamento sensorial da fala em crianças com alterações de leitura e escrita, a influência dos aspectos cognitivos não pode ser ignorada e as interações entre o sensorial e o cognitivo devem ser consideradas e controladas no processo de diagnóstico do TPAC (85, 86).

### **3.3. TREINAMENTO AUDITIVO ACUSTICAMENTE CONTROLADO**

Um bom desenvolvimento infantil depende da interação de fatores biológicos e ambientais. Portanto, estimulações sociais, afetivas e sensoriais irão contribuir para o desenvolvimento cognitivo, de linguagem e das vias auditivas (87). Quando o desenvolvimento adequado não acontece por fatores ambientais, por presença de otites de repetição (88), ou outros, a criança está sujeita a transtorno de processamento auditivo central e de linguagem.

Assim que identificado um déficit na avaliação do PAC, o treinamento auditivo (TA) é a ferramenta recomendada para reabilitação das habilidades auditivas (15).

O TA pode ser definido como o conjunto de condições e/ou tarefas designadas para a ativação do sistema auditivo e dos sistemas associados. As mudanças no SNAC ocorridas após o TA são fundamentadas pela plasticidade do SNAC, a qual pode ser definida como as alterações nas células neurais para melhor atender às influências ambientais imediatas, estando estas alterações geralmente associadas a mudanças comportamentais (15).

Moore et al. (2009) (89) referem que a aprendizagem auditiva é a melhora de desempenho que ocorre após um período de estimulação auditiva. Para os autores, essa melhora pode ser transferida para domínios auditivos e outros domínios como o da cognição e da linguagem.

Para Hornickel et al. (2013) (75), a aprendizagem auditiva é dependente de uma rede inter-relacionada das vias aferentes e eferentes. Para compreender o estímulo auditivo é necessária a transmissão neuronal ascendente do estímulo, além da integração de sistemas cognitivos de nível

superior como a atenção, memória e participação do sistema límbico para que assim ocorra a plasticidade neural.

A neuroplasticidade é induzida por meio de experiências e estimulações que induzem a reorganização do córtex e tronco encefálico, melhorando a eficiência sináptica, aumentando a densidade neural e associando mudanças cognitivas e comportamentais (58).

Para que o TA seja efetivo e alcance a neuroplasticidade do SNAC através das estratégias de reabilitação das habilidades auditivas, foram feitas recomendações pela ASHA (7) e AAA (8) no direcionamento de parâmetros para compor o TA, dentre eles: a inclusão de tarefas de discriminação de intensidade, frequência e duração, discriminação de fonemas, discriminação de percepção de tempo, ordenação e sequência temporal, reconhecimento de padrões, localização e lateralização e reconhecimento da informação auditiva na presença de sinais competitivos, além da transferência inter-hemisférica da informação e escuta binaural (90).

O TA auditivo pode ser acusticamente controlado (formal) ou informal. O TA acusticamente controlado (TAAC) é conduzido pelo audiologista e permite o controle sobre a apresentação do estímulo através do uso do audiômetro e da cabina acústica. É ainda recomendado que o TA, para ser efetivo, deve conter princípios essenciais como: idade e linguagem apropriadas, variação e progressão gradativa das tarefas, acompanhamento do índice de sucesso versus erro; tempo ideal de estimulação; monitoramento e feedback e nível confortável de apresentação do estímulo (15).

Vários estudos apontam sobre a eficiência desse recurso na reabilitação de pessoas com diagnóstico de TPAC.

Jirsa (91) realizou TA composto de 14 sessões em 20 crianças com diagnóstico de TPAC e idade entre 9 e 12 anos. Na reavaliação, as crianças apresentaram diminuição da latência e aumento na amplitude do P300.

Schochat et al.. (92) avaliaram a efetividade do TA após seis meses de sua aplicação em 20 participantes com idade entre oito e 24 anos diagnosticados com TPAC. A reavaliação do PAC foi realizada em dois momentos, sendo um logo após o TA e outra sendo seis meses após. Observaram que 85% dos participantes apresentaram melhora das funções auditivas em ambos os momentos de reavaliação, sendo que em 10% dos

participantes não foram observadas melhora após o TA e após seis meses, 5% apresentaram melhora logo após o TA, mas que não se mantiveram as mesmas respostas seis meses após o TA.

Hayes et al.. (93) utilizaram o PEATE com estímulo verbal e não verbal para avaliar o TA de 27 crianças com problemas de aprendizagem. Todas as crianças apresentaram normalidade nas respostas do PEATE com estímulo não verbal pré TA e 56% apresentaram alteração nas respostas do PEATE com estímulo de fala (FFR). O Earobics I e II foi o software utilizado para o TA durante 8 semanas. Na reavaliação não foram observadas mudanças no PEATE tanto com estímulo não verbal como para estímulo verbal.

Schaffler et al. (2004) (94) analisaram a eficácia do TA nas habilidades auditivas e linguísticas. As crianças com dislexia foram divididas em três grupos, 1º que realizou o TA, 2º realizou atividades visuais e o 3º o grupo controle. Foram aplicados testes auditivos para avaliar as habilidades de discriminação de frequência e intensidade, detecção de gaps e testes fonológicos de leitura e escrita. As crianças do 1º grupo apresentaram melhora das habilidades auditivas e nos testes de leitura e escrita, enquanto que o 2º e 3º grupo não apresentaram mudanças.

Zalcman e Schochat (95) analisaram a eficácia de um programa de TA com duração de 8 semanas em 30 crianças e adolescentes com alteração em pelo menos dois testes da avaliação do PAC. Foram observadas melhora em todos os testes aplicados ao final do TA.

Putter-Katz et al.. (96) realizaram um programa de TA com sessões de 45 minutos durante quatro meses em 20 crianças com idade entre sete e 14 anos. Após o TA foi observado melhora nas funções auditivas e nas tarefas diárias, relatado pelo pais e professores.

Alonso e Schochat (97) avaliaram 29 crianças e adolescentes diagnosticados com TPAC e que realizarão a avaliação do P300 pré e pós TA. Na reavaliação observaram melhora na porcentagem de acertos nos testes de identificação de sentenças pediátricas, fala com ruído, dicótico não-verbal e SSW, além da redução na média dos valores de latência do P300. Segundo as autoras, o P300 se mostrou um instrumento útil no monitoramento das

mudanças ocorridas no SNAC após o TA e, este por sua vez, se mostrou eficaz na reabilitação das habilidades auditivas.

Sharma et al. (98) realizou um programa de treino composto por exercícios fonológicos e auditivos em 55 crianças. Os resultados sugerem que as crianças do GC não apresentaram mudanças, no entanto, o GE apresentou melhora na habilidade auditiva e nas questões de leitura e escrita.

Murphy e Schochat (2013) (99) realizaram revisão da literatura para avaliar os efeitos dos diferentes tipos de treinamento auditivo temporal (musical, o uso de softwares e o método formal) nas habilidades de linguagem e identificaram que o uso de software se mostrou tão efetivo quanto os outros métodos.

Melo et al. (2015) (100) também realizou uma revisão teórica sobre o uso de software no TA de crianças e concluíram que este tem sido uma ferramenta eficaz permitindo o engajamento e motivação das crianças, além da reabilitação das habilidades auditivas.

Filippini et al. (2014) (101) realizaram um estudo para verificar a eficácia do TA e a manutenção das habilidades auditiva treinadas após um, dois ou três anos do seu término. Foram avaliadas 10 crianças e submetidas a 8 sessões de TA. Foram observadas diferenças entre o pré e o pós 1 e pós 2 e sem diferença para a última. No pós 1, a maioria dos resultados estavam dentro da normalidade ou com alteração leve do PAC, sendo que 60% das crianças mantiveram os resultados no pós 2. Estas medidas mostram que o TA é uma ferramenta eficaz e que os resultados obtidos se mantem mesmo após 3 anos do seu término.

Murphy et al. (2015) (102) analisaram a eficácia do TA para habilidades, memória, atenção e linguagem. Participaram do estudo crianças com desenvolvimento típico e com transtorno fonológico, sendo que cada um desses grupos foi dividido em dois, aquelas que realizaram o TA e aquelas que não passaram por intervenção. Ambos os grupos que passaram pelo TA apresentaram melhora na habilidade de resolução temporal. Para as demais medidas avaliadas, todos os grupos apresentaram desempenho semelhante.

Zygouris et al. (2017) (103) avaliaram crianças com diagnóstico de dislexia que passaram por avaliação neuropsicológica comparando com grupo controle. Os grupos passaram por um programa de remediação com duração

de 4 meses. A intervenção consistia em habilidade de consciência fonológica, memória visual e auditiva e compreensão textual. Após o programa de remediação, o grupo disléxico não apresentou diferença estatística em 6 dos 8 testes neuropsicológicos e os resultados indicaram semelhança na latência do P300 mostrando melhora da habilidade auditiva.

Com base nos estudos apresentados, acredita-se que o TA pode ser uma importante estratégia para ser utilizada e para compor a equipe multidisciplinar que visa melhorar e facilitar o processo de aprendizagem para aquelas crianças que apresentam dificuldades.

## **4. METODOLOGIA**

### **4.1. DESENHO**

Trata-se de um estudo transversal e longitudinal, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, São Paulo, Brasil, sob o protocolo nº 2.041.609 (ANEXO I).

Os dados foram coletados no período de janeiro de 2018 a dezembro de 2019, na Escola Estadual Físico Sérgio Pereira Porto e nos Laboratórios de Audiologia do Departamento de Desenvolvimento Humano e Reabilitação (DDHR) da Faculdade de Ciências Médicas (FCM)/UNICAMP.

As crianças que participaram da pesquisa assinaram o Termo de Assentimento (APENDICE II) e os pais ou responsáveis de cada participante autorizaram sua participação no estudo através da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APENDICE I).

### **4.2. SELEÇÃO DOS SUJEITOS**

As crianças foram recrutadas em escola da rede pública estadual, através de carta-convite enviada aos pais após a apresentação da pesquisa a diretora e a coordenadora. O convite aos pais foi realizado durante as reuniões com os professores. As crianças que tiveram suas cartas assinadas passaram por um rastreio para investigação do desempenho de leitura e escrita realizada nas dependências da escola. As provas do rastreio foram realizadas um dia por semana, sendo avaliada toda a sala de aula. Posteriormente, aqueles que se encaixavam nos critérios estabelecidos, foram convocados para comparecer, juntamente com seus responsáveis, no Laboratório de Audiologia do DDHR/FCM/UNICAMP para a coleta de dados.

#### **4.2.1. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO**

Para participarem do estudo as crianças deveriam apresentar:

- Desenvolvimento típico, de acordo com as informações dadas pelos pais e/ou responsáveis, sem histórico de atraso no desenvolvimento de fala ou linguagem (APENDICE III).
- Faixa etária entre 8 e 12 anos;

- Ausência de queixas otológicas e auditivas: limiares auditivos normais (104), função íntegra de orelha média (curva timpanométrica tipo A, com compliância entre 0,3 e 1,3 ml e pico dentro de do intervalo entre -100 e +20daPA (105);
- Ter como primeira língua o português do Brasil;
- Apresentar no mínimo nível III - intelectualmente na média (pontuação maior ou igual a 26 pontos) ou acima da média da capacidade avaliada pelo Teste das Matrizes Progressivas Coloridas de Raven (106), que foi aplicado por neuropsicóloga parceira.

Para participarem desse estudo todas as crianças deveriam seguir os critérios descritos anteriormente e a separação dos grupos ocorreu através dos resultados obtidos no Teste de Desempenho Escolar (TDE). As crianças que apresentaram desempenho inferior no TDE para as provas de leitura e escrita foram incluídas no Grupo Estudo. E o Grupo Controle foi constituído por crianças que apresentaram desempenho médio e/ou superior no TDE.

#### **4.2.2. CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO:**

- Pontuação menor ou igual a 25 pontos nas Matrizes Progressivas de Raven (106);
- Apresentar perda auditiva segunda a classificação da OMS (104);
- Diagnóstico de algum dos quadros dos transtornos do neurodesenvolvimento;
- Histórico de outras condições neurológicas ou psiquiátricas;
- Uso de medicamentos psicoativos;
- Estar em acompanhamento com terapia fonoaudiológica.

#### **4.2.3. COMPOSIÇÃO DOS GRUPOS**

Considerando os critérios acima descritos, participaram do estudo 54 crianças, sendo 32 do sexo feminino e 22 do sexo masculino.

Os participantes foram reunidos em três grupos:

- Grupo Controle (GC): constituído por 30 crianças sem dificuldades de leitura e escrita avaliadas pelo TDE e nível cognitivo preservado avaliado pelo RAVEN.

- Grupo Estudo (GE I): constituído por 24 crianças com desempenho inferior nos subtestes de leitura e escrita através da avaliação utilizando o TDE e nível cognitivo preservado avaliado pelo RAVEN.
- Grupo Estudo (GE II): constituído por 20 crianças do GE I, que passaram pelo programa de treinamento auditivo acusticamente controlado e foram reavaliadas 4 semanas após o término da intervenção.

### **4.3. PROCEDIMENTOS REALIZADOS**

O rastreio realizado no ambiente escolar ocorreu através da aplicação do TDE (107), sendo composto por três subtestes que abrangem as áreas de leitura, escrita e aritmética. Os escores brutos dos subtestes foram convertidos através de uma tabela que indica as classificações superior, média e inferior em relação às normas do teste para cada série escolar. Neste estudo, foram aplicados apenas os subtestes de leitura de palavras isoladas e escrita realizada individualmente para avaliar o desempenho na leitura e escrita das crianças.

Para participarem deste estudo, as crianças ainda passaram por avaliação do nível cognitivo, sendo utilizado o Teste das Matrizes Progressivas Coloridas de Raven aplicado por uma psicóloga, com normas brasileiras (106).

Este teste consiste em um teste de inteligência não verbal. É composto por matrizes incompletas e a criança deverá perceber a estrutura do desenho para então poder selecionar, entre algumas alternativas, a que corresponde à parte que falta e que completa corretamente cada padrão. A pontuação total corresponde ao número de acertos obtidos pelo participante. Essa pontuação é então convertida em percentil conforme a idade da criança, o que reflete a capacidade intelectual geral. A análise dos resultados seguiu o critério de adequação estabelecido no instrumento: considerados acima da média = 75 a 94 pontos e na média = 26 a 74 pontos. Das crianças avaliadas, 3 crianças tiveram resultados abaixo da média e foram excluídas da pesquisa. Essa avaliação foi realizada pela Neuropsicóloga Sylvie Moschetta.

Toda avaliação auditiva que será descrita a seguir foi realizada em ambiente acusticamente tratado e cabina acústica. Todas as crianças iniciaram

a avaliação pela etapa de avaliação audiológica básica, em seguida, alternou-se o início da avaliação pela bateria comportamental do PAC e pela avaliação eletroacústica e eletrofisiológica. Procurou-se também alternar o início dos testes pelas orelhas direita e esquerda.

#### **4.3.1. AVALIAÇÃO DO SISTEMA AUDITIVO PERIFÉRICO**

- Anamnese: os pais ou responsáveis foram entrevistados pela avaliadora para obtenção de dados de identificação como: nome, endereço, idade, escolaridade, data de nascimento, passado otológico e desempenho escolar (APENDICE III).
- Avaliação audiológica básica (Anexo): foi realizada a inspeção do meato acústico externo. A avaliação audiológica foi realizada com o audiômetro AC40 da marca Interacoustics e fones TDH39. Na audiometria tonal liminar (ATL) foram pesquisados os limiares nas frequências de 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000 Hz. O critério de normalidade utilizado para a ATL foi a classificação da Organização Mundial de Saúde (104), na qual a média das frequências de 500, 1.000 e 2.000 e 4.000Hz deve ser menor do que 15dB para crianças. Em seguida foi realizada uma lista de trissílabos e adotado como limiar de reconhecimento de fala (LRF) quando o participante acertava 50% das palavras apresentadas. O Índice de Reconhecimento de Fala (IRF) foi realizado a 40dB acima da média de 500, 1000 e 2000Hz dos limiares da ATL, por meio de uma lista de palavras monossilábicas, sendo considerado como respostas normais uma porcentagem de acertos entre 88 e 100% (ANEXO II).
- Audiometria de altas frequências (AAF): realizou-se pesquisa dos limiares nas frequências de 9.000, 10.000, 11.200, 12.500, 14.000 e 16.000Hz. Foi utilizado o audiômetro AC40 da marca Interacoustics e fones HDA200 – Sennheiser. Não há na literatura critérios estabelecidos de normalidade para o exame de AAF. A análise dos resultados desse exame foi de caráter comparativo (ANEXO II).

- Imitanciometria (timpanometria e pesquisa dos reflexos acústicos): a timpanometria foi obtida com uma sonda de 226Hz. O reflexo acústico contralateral e ipsilateral foram pesquisados nas frequências sonoras de 500, 1000, 2000 e 4000Hz, realizada com o equipamento AT235 da marca Interacoustics (ANEXO II).
- Emissões otoacústicas: As EOA foram realizadas com o equipamento ILOV6 da marca Otodynamics. As emissões otoacústicas transientes foram pesquisadas nas frequências de 1.000, 1.400, 2.000, 2.800 e 4.000Hz, com estímulo clique a 84dBNPS no modo não-linear. A coleta foi feita de forma automática por meio de 260 varreduras de estímulos. As emissões otoacústicas por produto de distorção foram realizadas nas frequências de 1.000, 1.400, 2.000, 2.800, 4.000 e 6.000Hz. O estímulo sonoro apresentado foi formado por dois tons puros de frequências diferentes ( $F1=65\text{dB}$  e  $F2=55\text{dB}$ ,  $F2/F1=1,22$ ). A estabilidade para as EOA foi maior do que 90% e a reprodutibilidade maior do que 80%.

#### **4.3.2. AVALIAÇÃO COMPORTAMENTAL DO PAC**

Avaliação comportamental do PAC foi realizada com duração de 60 minutos. A bateria de testes foi constituída por estímulos verbais e não verbais. Foram utilizados os testes que acompanham o livro Testes Auditivos Comportamentais para Avaliação do Processamento Auditivo Central (108) para os testes verbais e para os testes não verbais foi utilizado a versão proposta por Musiek (109, 110). A seguir serão explicados os testes que compuseram a avaliação comportamental do PAC.

- Teste dicótico de dígitos (TDD): avalia a habilidade de figura-fundo por meio da tarefa de integração binaural. O teste consiste na apresentação simultânea de dois pares de números (em um total de 80), dissílabos no Português (quatro, cinco, sete, oito e nove), nas duas orelhas. O participante foi orientado a repetir os quatro números ouvidos na ordem que quisesse. A avaliação foi aplicada em uma intensidade de 50dB NS (média de 500Hz, 1KHz e 2KHz). Adotou-se como valor de referência para crianças

de oito anos resposta acima de 85% para OD e 82% para OE e para crianças acima de nove anos respostas acima de 95% para as duas orelhas (ANEXO III).

- Teste de identificação de sentenças sintéticas com mensagem competitiva ipsilateral (SSI): avalia a habilidade de figura-fundo. O teste consiste na apresentação de dez sentenças sintéticas com a presença de mensagem competitiva (história), na mesma orelha, na relação sinal/ruído -15. O participante foi orientado a apontar a sentença ouvida que estava escrita (frases) em um quadro. Utilizou-se a intensidade de 40dB NS (média de 500Hz, 1KHz e 2KHz). O valor de referência utilizado foi de 60% na relação -15 (ANEXO III).
- Teste dicótico consoante vogal (TCV): consiste na apresentação simultânea de sílabas nas duas orelhas. Foi realizada a etapa de atenção livre com objetivo de verificar a dominância hemisférica para linguagem. O participante foi orientado a repetir a sílaba que conseguisse ouvir melhor. Utilizou-se a intensidade de 50dB NS (média de 500Hz, 1KHz e 2KHz) em ambas as orelhas e somado o número de acertos de cada orelha (ANEXO III).
- Teste de padrão de frequência (TPF): avalia a habilidade de ordenação temporal. O teste é composto por três tons de 150ms e intervalos de 200ms. Os tons são combinações de dois sons, 880 Hz e 1122 Hz, que são descritos como baixa frequência (Grosso) e alta frequência (Fino), respectivamente. Há seis combinações possíveis da sequência de três tons: (FFG, GFG, GFF, FGF, FGG, GGF). Os participantes foram orientados a ouvir três sons consecutivos que variavam em tom e nomear a sequência ouvida (ex: fino-grosso-fino). A intensidade para o teste foi de 50dB NS (média de 500Hz, 1KHz e 2KHz) (109) (ANEXO III).
- Gaps-in-noise (GIN): avalia a habilidade de resolução temporal. O teste consiste em uma série de seguimentos de 6 segundos de ruído de banda larga com 0 a 3 intervalos embutidos dentro de cada seguimento. Os intervalos variam em duração de 2 a 20ms.

O limiar de detecção de intervalo é definido como a menor duração de intervalo que é corretamente identificada pelo menos quatro vezes em um total de seis vezes. Os participantes foram orientados a indicar cada vez que percebessem o intervalo. O teste foi aplicado na condição monoaural em intensidade de 55dB NS. Adotou-se como valor de normalidade 6ms para o limiar de detecção de gap (ANEXO III).

#### **4.3.3. AVALIAÇÃO ELETROFISIOLÓGICA**

A avaliação eletrofisiológica foi composta pelos testes descritos abaixo e as marcações foram realizadas de forma consensual entre a pesquisadora e por um pesquisador externo (examinador cego), sendo encontrada concordância nas análises para todos os testes eletrofisiológicos realizados.

- Potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE), realizado com a finalidade de verificar a integridade do tronco encefálico, com a presença ou ausência das ondas eletrofisiológicas I, III e V e a análise de suas latências absolutas e interpicos I-III, I-V e III-V. Foram utilizados fones de inserção (ER-3A; Natus Medical) com estimulação monoaural e o estímulo apresentado a uma intensidade de 80dB NA. Foram colocados eletrodos de superfície, sendo os eletrodos ativos (Fz) na frente, e os eletrodos de referência dispostos na mastóide direita (M2) e esquerda (M1), estando o eletrodo terra na posição Fpz (111). Os valores de impedância dos eletrodos foram verificados, devendo situar-se abaixo de 5Kohms. Os parâmetros utilizados no registro foram: Cliques de polaridade rarefeita com duração de 0,1ms, velocidade de apresentação de 19,3 cliques/segundo, filtro passa baixo/alto de 100-3000Hz, janela de análise de 12ms e 2.000 estímulos. Foram gravados dois registros para cada lado verificando-se, assim, a reprodutibilidade dos traçados, e confirmando-se a existência de respostas. Foram considerados como padrão de normalidade os valores propostos pelo manual do equipamento IHS, SmartEP.

**Quadro 1. Padrão de normalidade dos valores de latências do PEATE proposto para o equipamento IHS.**

Intensidade (dB HL)	Onda I	Onda III	Onda V
80	1,59	3,64	5,57

- Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (PEALL) foi gravado com o eletrodo ativo posicionado no plano coronal (Cz), o eletrodo de referência na mastóide direita (M2) ou mastóide esquerda (M1) e o eletrodo “terra” na posição Fz (111). As orelhas direita e esquerda foram avaliadas separadamente. Foi utilizado equipamento de dois canais com um filtro 1- 30 Hz. O estímulo acústico foi monoaural através de fones de inserção (ER-3A; Natus Medical) a 70 dB NA. O estímulo raro utilizado foi do tipo tone-burst de 2KHz, com probabilidade de apresentação de 20% e o estímulo frequente foi um estímulo tone-burst de 1KHz, com probabilidade de apresentação de 80% do total (paradigma oddball). A taxa de apresentação foi um estímulo por segundo, com um total de 300 varreduras. Utilizou-se uma janela de tempo de 500ms e a análise baseou-se nos valores numéricos das latências (ms) e amplitudes (microvolt). Os participantes foram orientados a contar mentalmente o tom raro e o examinador verificou seu desempenho perguntando quantos estímulos raros foram percebidos ao final do teste. Os componentes N1, P2, N2 foram marcados no traçado do estímulo frequente e o P300 no traçado do estímulo raro e foi identificado como a onda com polaridade positiva com latência aproximada de 300ms pós-estímulo. Os critérios de normalidade adotados seguiram o proposto por Mc Pherson (9).

**Quadro 2. Padrão de normalidade dos valores de latências do PEALL proposto por McPherson (9).**

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

- PEALL com estímulos verbais - Na avaliação com estímulo de verbal, o estímulo raro foi a sílaba /da/, apresentada randomicamente na probabilidade de 20%, mesclada à sílaba /ba/ (estímulo frequente) apresentada na probabilidade de 80%, na intensidade de 70 dBNA, velocidade de 1,1 estímulo por segundo, numa série de 300 promediações a cada varredura, ou seja, 60 estímulos raros e 240 estímulos frequentes. O filtro utilizado foi 1 Hz (passa-alto) e 30 Hz (passa-baixo), a polaridade alternada e a janela de 500 ms. A apresentação dos estímulos foi monoaural nas orelhas direita e esquerda através de fones de inserção (ER-3A; Natus Medical). A ordem das orelhas testadas foi alternada entre os sujeitos.
- Frequency Following Response – FFR - A colocação dos eletrodos foi a mesma do PEATE com estímulo não verbal. Na avaliação do FFR, o estímulo eliciado foi a sílaba /da/ sintetizada com duração de 40 ms, apresentado na intensidade de 80dBNA monoaural, através do uso do fones de inserção (ER-3A; Natus Medical). Os parâmetros utilizados no registro foram: estímulos verbais de polaridade alternada, velocidade de apresentação de 10,9/segundo, filtro passa baixo/alto de 100-3000Hz, janela de análise de 64ms e 3.000 estímulos. Foram realizadas duas coletas com 3000 estímulos promediados e livre de artefatos. Posteriormente, as respostas foram somadas originando uma terceira onda composta de 6000 estímulos. No presente estudo, foi realizada a avaliação do FFR por meio da análise do domínio do tempo. Para tanto, foram identificados visualmente e marcados manualmente pelo avaliador sete ondas: V, A, C, D, E,

F e O. Posteriormente, foi realizada a análise dos valores de latência e amplitude para cada onda identificada.

#### **4.3.4. TREINAMENTO AUDITIVO**

O TA foi planejado com exercícios do website “Afinando o Cérebro”, sendo realizado em oito sessões, uma vez por semana, com duração de 45 minutos cada, em cabina acústica. A cada sessão os participantes foram estimulados com tarefas verbais e não-verbais por meio de fones de ouvido com intensidade de 50dBNS.

O website utilizado ([www.afinandoocerebro.com.br](http://www.afinandoocerebro.com.br)) disponibiliza através de áudios e jogos atividades que estimulam as habilidades auditivas e outros processos envolvidos como a memória e atenção.

Os exercícios foram escolhidos pela pesquisadora responsável com objetivo de estimular as habilidades auditivas de figura-fundo por meio da tarefa de integração binaural, figura-fundo através da tarefa de escuta monótica, resolução e ordenação temporal e, seguindo os critérios da AAA para apresentação de estímulos e tarefas variadas, sendo estas apresentadas de forma gradual com nível de dificuldade e com reforço positivo para manter a motivação da criança. Os exercícios foram realizados somente com a pesquisadora durante as sessões propostas.

O quadro abaixo ilustra os exercícios selecionados para cada sessão de acordo com cada habilidade auditiva.

**Quadro 3. Programa de treinamento auditivo com exercícios baseados no website Afinando o Cérebro.**

SESSÃO	FECHAMENTO AUDITIVO FIGURA-FUNDO (monóptico)	RESOLUÇÃO TEMPORAL	INTEGRAÇÃO BINAURAL	ORDENAÇÃO TEMPORAL
1ª	FIGURA FUNDO/ JULGAR FRASES RESTAURANTE N= 1 (repetir na ordem)	BUZINAS KIDS N= 1 PERCEPÇÃO DE TEMPO N= 1	DICÓTICO INTEGRAÇÃO F/V (repetição bilateral) SEPARAÇÃO BINAURAL N= 1	FREQUÊNCIA INTERVALO DE 5ª (I + Nom)
2ª	VOZ DISTORCIDA/ ADIVINHA CAÇADINHA AO TESOURO N= 1	ATENÇÃO DIVIDIDA/TÔM FRASE PERCEPÇÃO DE TEMPO N= 2	INTEGRAÇÃO CATEGORIZAÇÃO SEPARAÇÃO BINAURAL N= 2	PAUTA MUSICAL N= 1 (I + Nom)
3ª	FECHAMENTO/DICA CAÇADINHA AO TESOURO N= 2	ATENÇÃO DIVIDIDA/SOM NÚMERO SAPOS E OVELHAS N= 1	DICÓTICO/ DISCRIMINAÇÃO (evocar) SEPARAÇÃO BINAURAL N= 3	SEGUNDA NOTA N= 1 (I + Nom + evocar)
4ª	VOZ DISTORCIDA/PALAVRAS (ordem alfabética) EXPRESSÕES IDIOMÁTICAS N=1	GOTAS N= 1 CONTE OS SONS	INTEGRAÇÃO BINAURAL N= 1 INTEGRAÇÃO BINAURAL/PERGUNTAS	BUZINAS KIDS N= 2 (nomear e evocar)
5ª	RESTAURANTE N= 2 (repetir na ordem ouvida) FIGURA-FUNDO/PROFISSÃO	BUZINAS KIDS N= 1 (100ms) SAPOS E OVELHAS N= 2	JOVENS BRUXOS N= 1 (ordem alfabética)	ORDENAÇÃO FREQUENCIA (nomear e evocar)
6ª	CAÇADA AO TESOURO N= 1 CATEGORIZAÇÃO/ FIGURA- FUNDO	PERCEPÇÃO DE TEMPO N= 3 e 4	INTEGRAÇÃO BINAURAL N= 3 (ordem crescente)	PAUTA MUSICAL N= 2 (nomear e evocar)
7ª	ALIENS AUDITIVO N= 1 CAÇADA AO TESOURO N= 2	SAPOS E OVELHAS N= 3 GOTAS N= 2	JOVENS BRUXOS N= 2 (ordem alfabética)	BUZINAS KIDS N= 3
8ª	CONTRA O TEMPO N= 1 CAÇADA AO TESOURO N= 3	BUZINAS HARD N= 1	JOVENS BRUXOS N= 3	BUZINAS HARD N= 2

N: Nível; I: Imitação; Nom: Nomeação

Ao término do programa de TA foi realizada uma nova avaliação composta pelos testes realizados no momento da avaliação, seguindo a mesma sequência da aplicação dos testes realizada inicialmente.

#### **4.3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Foram analisadas as variáveis: idade, sexo e orelha e realizado comparação entre os grupos para os exames realizados. Para comparação entre os grupos, foi utilizado o teste t de Student para amostras independentes (paramétrico) quando a amostra foi grande o suficiente para a utilização direta de testes paramétricos em virtude do Teorema Central do Limite ou quando os dois grupos não violaram o pressuposto de normalidade conforme análises feitas anteriormente. Quando pelo menos um dos grupos violou o pressuposto de normalidade, foi utilizado o teste U de Mann-Whitney (não-paramétrico). Para dados categóricos foi utilizado Teste exato de Fisher.

O valor de significância estatística adotado foi igual a 5% ( $p \leq 0,05$ ), que foi destacado em negrito nas tabelas. Utilizou-se o software SPSS Statistics, versão 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY, EUA).

## 5. RESULTADOS

### 5.1. PARTE I – COMPARAÇÃO GE I X GC

#### 5.1.1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A tabela 1 apresenta a distribuição dos grupos e da amostra total do estudo em relação ao sexo. Para comparar os grupos em relação ao sexo, utilizou-se o teste exato de Fisher.

**Tabela 1. Comparação dos grupos, em relação ao sexo masculino e feminino.**

Variável	Categorias	GC n (%)	GE I n (%)	Total n (%)	p-valor
Sexo	Feminino	18 (60,00)	14 (58,33)	32 (59,26)	> 0,999
	Masculino	12 (40,00)	10 (41,67)	22 (40,74)	
	Total	30 (100)	24 (100)	54 (100)	

Teste exato de Fisher.

Os resultados da tabela 1 demonstram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos em relação ao sexo.

A tabela 2 apresenta as medidas de tendência central e de dispersão da idade de acordo com o grupo.

**Tabela 2. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação à idade.**

Variável	Grupo	N	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	p-valor
Idade (anos)	GC	30	10,23	1,33	10,36	8,07	12,62	0,381
	GE I	24	9,90	1,38	9,85	8,01	12,83	

Teste t de Student para amostras independentes.

Legenda: DP: Desvio padrão; Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo

Os resultados da tabela 2 demonstram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos em relação à idade.

Nesse estudo, verificou-se que não houve diferença estatisticamente significativa para as variáveis sexo e idade entre os grupos. Assim sendo, nas próximas análises os dados foram agrupados no que diz respeito a essas variáveis.

A tabela 3 apresenta as medidas de tendência central e de dispersão do desempenho no teste de Raven de acordo com o grupo.

**Tabela 3. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação ao desempenho no teste de Raven.**

Variável	Grupo	N	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	p-valor
Raven - Percentil	GC	30	75,98	19,69	75,00	37,00	111,00	0,057 <sup>b</sup>
	GE I	24	64,42	20,64	69,00	37,00	100,00	

Teste t de Student para amostras independentes (<sup>a</sup>) e Teste U de Mann-Whitney (<sup>b</sup>)

Legenda: DP: Desvio padrão; Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo.

O resultado da tabela 3 demonstra que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos considerando os percentis. Sendo assim, os grupos foram semelhantes considerando o percentil do teste de Raven.

### **5.1.2. AVALIAÇÃO SISTEMA AUDITIVO PERIFÉRICO E DE TRONCO ENCEFÁLICO**

Para a variável orelha, os dados foram apresentados separadamente apenas quando ocorreu diferença estatisticamente significativa entre orelha direita e esquerda.

A Tabela 4 apresenta as medidas de tendência central e de dispersão dos resultados da audiometria tonal liminar e de altas frequências de acordo com o grupo.

**Tabela 4. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação aos resultados da audiometria tonal liminar e de altas frequências.**

Frequência (dBNA)	Grupo	n	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	p-valor
250 Hz	GC	60	7,50	5,08	5,00	-5,00	20,00	0,332a
	GE I	48	8,54	6,01	5,00	0,00	20,00	
500 Hz - OD	GC	30	6,33	4,14	5,00	-5,00	15,00	0,841b
	GE I	24	6,46	4,77	5,00	0,00	20,00	
500 Hz - OE	GC	30	4,50	4,61	5,00	-5,00	15,00	0,263b
	GE I	24	6,25	5,37	5,00	0,00	20,00	
1000 Hz	GC	60	4,25	4,49	5,00	-10,00	15,00	0,578a
	GE I	48	3,75	4,78	5,00	-5,00	20,00	
2000 Hz – OD	GC	30	5,33	5,40	5,00	-10,00	15,00	0,145b
	GE I	24	3,96	4,16	5,00	0,00	15,00	
2000 Hz – OE	GC	30	3,67	5,40	5,00	-10,00	10,00	0,926b
	GE I	24	3,96	4,89	0,00	0,00	15,00	
3000 Hz	GC	60	5,17	6,10	5,00	-10,00	20,00	0,955a
	GE I	48	5,10	5,31	5,00	-5,00	15,00	
4000 Hz	GC	60	4,67	4,30	5,00	-5,00	20,00	0,885a
	GE I	48	4,79	4,61	5,00	-5,00	20,00	
6000 Hz	GC	60	4,67	5,51	5,00	-5,00	20,00	0,025* <sup>a</sup>
	GE I	48	7,08	5,44	5,00	0,00	20,00	
8000 Hz	GC	60	5,42	5,55	5,00	0,00	20,00	0,118a
	GE I	48	7,19	6,09	5,00	0,00	20,00	
9000 Hz	GC	60	3,00	6,26	2,50	-5,00	25,00	0,743a
	GE I	48	3,44	7,59	5,00	-20,00	15,00	
10000 Hz	GC	60	0,00	6,18	0,00	-10,00	20,00	0,172a
	GE I	48	1,56	5,47	0,00	-10,00	15,00	
11200 Hz	GC	60	2,00	7,93	0,00	-15,00	35,00	0,097 <sup>a</sup>
	GE I	48	4,38	6,49	5,00	-10,00	20,00	
12500 Hz	GC	60	1,17	8,60	0,00	-15,00	35,00	0,033* <sup>a</sup>
	GE I	48	4,06	5,22	5,00	-5,00	20,00	
14000 Hz	GC	60	-2,92	8,75	-5,00	-15,00	25,00	0,005* <sup>a</sup>
	GE I	48	1,35	6,34	0,00	-10,00	20,00	

16000 Hz	GC	60	-11,08	8,98	-15,00	-20,00	15,00	0,059 <sup>a</sup>
	GE I	48	-7,60	9,89	-10,00	-20,00	20,00	

Legenda: DP: Desvio padrão; Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo; \*: Valor estatisticamente significativo no nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ). <sup>a</sup>Teste t de Student para amostras independentes; <sup>b</sup>Teste U de Mann-Whitney

Os resultados da Tabela 4 demonstram que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos apenas para a frequência de 6000 Hz na audiometria tonal liminar, sendo que o GC apresentou menor valor em comparação ao GE I. Para as demais frequências, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos. Sendo assim, crianças com dificuldades de leitura e escrita apresentaram pior limiar para a frequência de 6000 Hz em comparação às crianças sem dificuldades de leitura e escrita. Para as demais frequências, crianças com e sem dificuldades de leitura e escrita foram semelhantes entre si.

Para audiometria de alta frequência, os resultados demonstram que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos apenas para as frequências de 12500 e 14000 Hz, sendo que o GC apresentou menor valor em comparação ao GE I para as duas frequências. Para as demais frequências, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos. Sendo assim, crianças com dificuldades de leitura e escrita apresentaram pior limiar para as frequências de 12500 e 14000 Hz em comparação às crianças sem dificuldades de leitura e escrita. Para as demais frequências, crianças com e sem dificuldades de leitura e escrita foram semelhantes entre si.

Foram observadas diferenças em algumas frequências isoladas que não indicam comprometimento para os testes que avaliam o sistema auditivo central, uma vez que as médias e a mediana apresentam valores que indicam valores dentro dos padrões de normalidade recomendados.

A Tabela 5 apresenta as medidas de tendência central e de dispersão dos resultados da pesquisa de emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente de acordo com o grupo.

**Tabela 5. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação aos resultados da pesquisa de emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente.**

Frequência (dBNPS)	Grupo	N	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	p-valor
Resposta total	GC	58	15,14	4,55	15,15	2,50	22,40	0,830
	GE I	46	14,87	7,36	16,25	-3,50	26,90	
1000 Hz	GC	58	15,87	6,57	17,05	-2,00	28,50	0,323
	GE I	46	14,13	10,29	15,00	-13,20	34,20	
1400 Hz	GC	58	19,18	5,38	19,65	5,80	29,20	0,108
	GE I	46	17,03	7,59	18,50	0,20	35,10	
2000 Hz	GC	58	17,51	4,54	17,90	8,20	26,30	0,225
	GE I	46	15,97	7,50	16,80	-6,10	27,60	
2800 Hz – OD	GC	29	15,88	5,96	16,30	4,30	27,50	0,157
	GE I	23	18,43	6,87	18,40	5,00	33,50	
2800 Hz – OE	GC	29	14,53	6,24	14,70	2,80	26,80	0,483
	GE I	23	15,92	7,95	16,70	-0,40	32,50	
4000 Hz	GC	58	12,17	6,33	12,00	-0,50	25,00	0,290
	GE I	46	13,59	7,30	13,85	-1,60	31,00	

Legenda: DP: Desvio padrão; Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo.  
 Teste t de Student para amostras independentes.

Os resultados da Tabela 5 demonstram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos para todos os parâmetros da EOAT. Sendo assim, crianças com e sem dificuldades de leitura e escrita foram semelhantes quanto à pesquisa das EOAT.

A Tabela 6 apresenta as medidas de tendência central e de dispersão dos resultados da pesquisa das EOAPD de acordo com o grupo.

**Tabela 6. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação aos resultados da pesquisa das emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção.**

Frequência (dBNPS)	Grupo	n	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	p-valor
1000 Hz	GC	58	20,17	6,82	21,50	2,90	32,20	0,095
	GE I	46	16,47	13,48	19,30	-22,70	37,90	
1400 Hz	GC	58	24,93	6,10	25,85	5,10	35,60	0,088
	GE I	46	22,09	9,71	22,80	-0,90	40,40	
2000 Hz	GC	58	25,28	5,38	25,00	11,70	35,00	0,041*
	GE I	46	22,39	8,11	22,00	5,90	38,80	
2800 Hz	GC	58	23,17	5,58	24,50	10,90	31,80	0,229
	GE I	46	21,56	7,50	23,50	6,90	33,40	
4000 Hz	GC	58	22,88	7,18	22,70	-5,80	40,20	0,336
	GE I	46	21,25	10,02	23,75	-12,40	36,40	
6000 Hz	GC	58	22,61	8,86	24,30	-9,20	35,00	0,328
	GE I	46	20,85	9,32	24,70	-8,90	36,80	

Legenda: DP: Desvio padrão; Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo; \*: Valor estatisticamente significativo no nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ).

Teste t de Student para amostras independentes.

Os resultados da Tabela 6 demonstram que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos apenas para a resposta na frequência de 2000 Hz, sendo que o GC apresentou valor médio maior em comparação ao GE I. Para as demais medidas, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos. Sendo assim, crianças com dificuldades de leitura e escrita apresentaram pior resposta para a frequência de 2000 Hz em comparação a crianças sem dificuldades de leitura e escrita. Para as demais medidas, crianças com e sem dificuldades de leitura e escrita foram semelhantes entre si.

A Tabela 7 apresenta as medidas de tendência central e de dispersão dos resultados da pesquisa do PEATE de acordo com o grupo.

**Tabela 7. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação aos resultados do potencial evocado auditivo de tronco encefálico.**

PEATE	Grupo	n	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	p-valor
Onda I OD – Lat (ms)	GC	30	1,59	0,08	1,60	1,40	1,73	0,327 <sup>b</sup>
	GE I	24	1,65	0,20	1,60	1,18	2,25	
Onda I OE – Lat (ms)	GC	30	1,56	0,08	1,55	1,40	1,78	0,070 <sup>b</sup>
	GE I	24	1,64	0,15	1,60	1,43	2,00	
Onda I – Ampl (μV)	GC	60	0,46	0,13	0,44	0,21	0,78	0,581 <sup>a</sup>
	GE I	48	0,48	0,20	0,46	0,00	0,83	
Onda III OD – Lat (ms)	GC	30	3,82	0,12	3,83	3,55	4,00	0,470 <sup>b</sup>
	GE I	24	3,84	0,24	3,77	3,58	4,50	
Onda III OE – Lat (ms)	GC	30	3,79	0,15	3,76	3,50	4,18	0,699 <sup>a</sup>
	GE I	24	3,77	0,19	3,75	3,50	4,28	
Onda III – Amp (μV)	GC	60	0,45	0,18	0,43	0,15	0,90	0,195 <sup>a</sup>
	GE I	48	0,49	0,19	0,46	0,15	0,92	
Onda V – Lat (ms)	GC	60	5,50	0,24	5,47	4,97	5,95	0,632 <sup>a</sup>
	GE I	48	5,52	0,31	5,47	4,97	6,63	
Onda V – Amp (μV)	GC	60	0,66	0,24	0,66	0,30	1,54	0,328 <sup>a</sup>
	GE I	48	0,70	0,22	0,73	0,28	1,21	
Interpicos I-III (ms)	GC	60	2,23	0,14	2,23	1,98	2,65	0,071 <sup>a</sup>
	GE I	48	2,16	0,25	2,12	1,75	3,32	
Interpicos III-V (ms)	GC	60	1,70	0,23	1,73	1,13	2,17	0,813 <sup>a</sup>
	GE I	48	1,71	0,18	1,70	1,23	2,08	
Interpicos I-V (ms)	GC	60	3,93	0,26	3,90	3,30	4,43	0,157 <sup>a</sup>
	GE I	48	3,86	0,26	3,86	3,32	4,75	

Legenda: DP: Desvio padrão; Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo; Lat: Latência; Amp: Amplitude. Teste t de Student para amostras independentes.

Os resultados da Tabela 7 demonstram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos para nenhuma das medidas do potencial evocado auditivo de tronco encefálico. Sendo assim, crianças com e sem dificuldades de leitura e escrita foram semelhantes entre si quanto ao potencial evocado auditivo de tronco encefálico.

### 5.1.3. AVALIAÇÃO DO SISTEMA AUDITIVO CENTRAL

A Tabela 8 apresenta as medidas de tendência central e de dispersão dos resultados dos testes de processamento auditivo de acordo com o grupo. Nesse estudo, realizou-se análise para a variável orelha. Os dados serão apresentados separadamente apenas quando ocorreu diferença estatisticamente significativa entre orelha direita e esquerda.

**Tabela 8. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação aos resultados da bateria comportamental.**

Teste	Grupo	N	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	p-valor
TDD - OD (%)	GC	30	98,00	3,11	100,00	87,50	100,00	0,180 <sup>b</sup>
	GE I	24	96,56	5,26	97,50	75,00	100,00	
TDD - OE (%)	GC	30	97,25	3,90	98,75	85,00	100,00	0,021 <sup>*b</sup>
	GE I	24	94,38	4,96	95,00	82,50	100,00	
SSI (%)	GC	60	70,00	11,20	70,00	60,00	100,00	<0,001 <sup>*a</sup>
	GE I	48	57,92	19,78	60,00	10,00	100,00	
TDCV - OD (Acertos)	GC	30	11,90	2,90	12,00	7,00	17,00	0,058 <sup>a</sup>
	GE I	24	10,46	2,45	10,50	4,00	15,00	
TDCV - OE (Acertos)	GC	30	6,13	2,90	6,00	0,00	12,00	0,280 <sup>a</sup>
	GE I	24	6,96	2,58	7,00	3,00	13,00	
TPF (%)	GC	60	67,72	26,06	73,33	16,67	100,00	<0,001 <sup>*a</sup>
	GE I	48	36,11	22,74	30,00	0,00	100,00	
GIN - OD (ms)	GC	30	4,80	0,66	5,00	4,00	6,00	<0,001 <sup>*b</sup>
	GE I	24	5,92	1,32	5,00	4,00	8,00	
GIN - OE (ms)	GC	30	5,03	0,67	5,00	4,00	6,00	0,003 <sup>*b</sup>
	GE I	24	6,08	1,35	6,00	4,00	8,00	

Legenda: DP: Desvio padrão; Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo; \*: Valor estatisticamente significativo no nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ).

<sup>a</sup>Teste t de Student para amostras independentes

<sup>b</sup>Teste U de Mann-Whitney

Os resultados da Tabela 8 demonstram que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos para o TDD (OE), SSI, TPF e GIN (nas duas orelhas), sendo que, para os três primeiros, o GC apresentou maior valor em comparação ao GE I, enquanto que, para o último, o GC apresentou menor valor em comparação ao GE I. Sendo assim, crianças com dificuldades de leitura e escrita apresentaram pior desempenho nos testes TDD à OE, SSI, TPF e GIN nas duas orelhas em comparação a crianças sem dificuldades de leitura e escrita.

A Tabela 9 apresenta a distribuição dos grupos do estudo em relação à classificação normal e alterado, seguindo o critério de normalidade de cada teste de processamento auditivo, segundo a faixa etária.

**Tabela 9. Comparação dos grupos em relação à classificação normal e alterado, seguindo o critério de normalidade de cada teste de processamento auditivo, segundo a faixa etária.**

Variável	Categorias	GC n	%	GE I n	%	p-valor
TDD – OD	Normal	30	100	23	95,83	0,444
	Alterado	0	0,00	1	4,17	
TDD – OE	Normal	30	100	22	91,67	0,193
	Alterado	0	0,00	2	8,33	
SSI	Normal	60	100	31	64,58	< 0,001*
	Alterado	0	0,00	17	35,42	
TPF – Critério USP (112)	Normal	37	61,67	5	10,42	< 0,001*
	Alterado	23	38,33	43	89,58	
GIN – OD	Normal	30	100	18	75,00	0,005*
	Alterado	0	0,00	6	25,00	
GIN – OE	Normal	30	100	16	66,67	0,001*
	Alterado	0	0,00	8	33,33	

Teste exato de Fisher.

Os resultados da Tabela 9 demonstram que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos em relação à classificação normal e alterado, seguindo o critério de normalidade de cada teste de processamento auditivo, segundo a faixa etária para os testes SSI, TPF (109, 112) e GIN (nas duas orelhas), sendo que, para todos os testes,

houve maior proporção de indivíduos alterados no GE I em comparação ao GC. Para os demais testes, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Sendo assim, a proporção de indivíduos alterados nos testes SSI, TPF e GIN foi maior em crianças com dificuldades de leitura e escrita em comparação a crianças sem dificuldades de leitura e escrita. Para o TDD, crianças com e sem dificuldades apresentaram proporções semelhantes de indivíduos com ou sem alteração.

A seguir serão apresentados os resultados das análises comparativas para os grupos estudados nos testes eletrofisiológicos de longa latência. Vale destacar que todos os sujeitos passaram por todos os testes, no entanto, o n apresentado pode variar devido à marcação de ausência de ondas em alguns exames.

A Tabela 10 apresenta as medidas de tendência central e de dispersão dos resultados da pesquisa do PEALL de acordo com o grupo.

**Tabela 10. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação aos resultados do PEALL tone burst.**

PEALL-TB	Grupo	n	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	p-valor
P1 – Lat (ms)	GC	55	76,40	16,96	77,00	41,00	118,00	0,274
	GE I	39	80,54	19,32	76,00	46,00	131,00	
P1 – Amp (µV)	GC	55	3,78	2,84	3,19	0,36	12,88	0,830
	GE I	38	3,65	2,96	2,73	0,05	13,73	
N1 – Lat (ms)	GC	52	113,83	27,38	109,50	70,00	181,00	0,839
	GE I	44	114,91	24,03	112,00	78,00	171,00	
N1 – Amp (µV)	GC	52	3,24	2,93	2,59	0,41	18,16	0,514
	GE I	43	3,61	2,62	3,04	0,00	10,46	
P2 – Lat (ms)	GC	52	162,67	31,16	159,00	111,00	270,00	0,557
	GE I	45	159,42	21,45	161,00	122,00	210,00	
P2 – Amp (µV)	GC	52	6,09	4,73	5,26	0,15	24,80	0,438
	GE I	45	6,75	3,31	6,65	0,84	13,44	
N2 – Lat (ms)	GC	60	226,03	27,51	230,50	163,00	279,00	0,715
	GE I	48	227,83	22,50	229,50	167,00	291,00	
N2 – Amp (µV)	GC	60	6,94	4,09	6,44	1,43	17,20	0,792
	GE I	46	6,74	3,55	6,20	1,56	16,70	
P300 – Lat (ms)	GC	60	322,23	44,45	320,50	227,00	418,00	0,030*
	GE I	48	338,81	33,64	340,50	265,00	408,00	
P300 – Amp (µV)	GC	60	7,98	4,55	7,45	1,18	23,09	0,442
	GE I	48	7,31	4,40	6,66	1,71	22,96	

Legenda: DP: Desvio padrão; Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo; Lat: Latência; Amp: Amplitude.\*: Valor estatisticamente significativo no nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ).  
Teste t de Student para amostras independentes.

Os resultados da Tabela 10 demonstram que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos apenas para a latência do P300, sendo que o GE I apresentou valores maiores em comparação ao GC. Para as demais medidas, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos. Sendo assim, crianças com dificuldades de leitura e escrita apresentaram latência da onda P300 mais atrasada em comparação a indivíduos sem dificuldades de leitura e escrita. Para as demais

medidas, crianças com e sem dificuldades de leitura e escrita foram semelhantes entre si.

A tabela 11 apresenta as medidas de tendência central e de dispersão dos resultados do PEALL-Fala de acordo com o grupo.

**Tabela 11. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação aos resultados do PEALL-Fala.**

PEALL-Fala	Grupo	n	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	p-valor
P1 – Latência (ms)	GC	42	80,83	19,52	83,00	42,00	127,00	0,933 <sup>a</sup>
	GE I	41	81,17	16,95	83,00	48,00	115,00	
P1 – Amplitude (µV)	GC	42	4,94	2,19	5,36	0,75	9,31	0,705 <sup>a</sup>
	GE I	41	4,75	2,49	4,56	0,11	10,66	
N1 – Latência (ms)	GC	41	144,56	28,06	148,00	70,00	205,00	0,049 <sup>a*</sup>
	GE I	42	131,45	31,59	130,50	73,00	222,00	
N1 – Amplitude (µV)	GC	41	3,74	2,85	3,21	0,18	12,06	0,324 <sup>a</sup>
	GE I	42	3,21	1,90	2,93	0,25	7,24	
P2 – Latência - OD (ms)	GC	20	206,05	37,88	213,00	79,00	260,00	0,126 <sup>b</sup>
	GE I	21	189,67	43,20	181,00	111,00	262,00	
P2 – Latência - OE (ms)	GC	22	180,32	39,63	184,00	102,00	246,00	0,785 <sup>a</sup>
	GE I	21	183,57	38,00	176,00	122,00	270,00	
P2 – Amplitude (µV)	GC	41	3,33	2,72	2,40	0,13	11,56	0,101 <sup>a</sup>
	GE I	42	4,22	2,13	4,04	0,22	8,43	
N2 – Latência (ms)	GC	45	238,64	48,44	239,00	117,00	330,00	0,202 <sup>a</sup>
	GE I	46	250,41	38,38	245,50	188,00	330,00	
N2 – Amplitude (µV)	GC	45	5,29	3,38	6,14	0,14	12,74	0,754 <sup>a</sup>
	GE I	46	5,07	3,05	5,25	0,10	11,83	
P300 – Latência (ms)	GC	46	315,93	43,40	304,00	242,00	405,00	< 0,001 <sup>a*</sup>
	GE I	48	350,29	43,31	355,50	265,00	424,00	
P300 – Amplitude (µV)	GC	46	8,06	5,11	6,47	1,08	24,95	0,035 <sup>a*</sup>
	GE I	47	6,10	3,66	5,34	0,52	15,46	

Teste t de Student para amostras independentes (<sup>a</sup>) e Teste U de Mann-Whitney (<sup>b</sup>).

Legenda: DP: Desvio padrão; Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo; \*: Valor estatisticamente significativo no nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ).

Os resultados da tabela 11 demonstram que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos para as seguintes medidas: N1 – Latência, P300 – Latência e P300 – Amplitude, sendo que o GE I apresentou menor valor para a primeira e a terceira e maior valor para a segunda. Para as demais medidas, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos. Sendo assim, crianças com dificuldades de leitura e escrita apresentaram menor latência para a onda N1, maior latência para a onda P300 e menor amplitude para a onda P300 em comparação a crianças sem dificuldades de leitura e escrita. Para as demais medidas, crianças com e sem dificuldades de leitura e escrita foram semelhantes entre si.

A tabela 12 apresenta as medidas de tendência central e de dispersão dos resultados do FFR de acordo com o grupo.

**Tabela 12. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação aos resultados do FFR.**

FFR	Grupo	n	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	p-valor
V – Latência (ms)	GC	60	6,96	0,27	6,95	6,53	7,60	0,655
	GE I	48	7,03	0,93	6,80	6,10	12,88	
V – Amplitude ( $\mu$ V)	GC	60	0,29	0,10	0,29	0,06	0,53	0,453
	GE I	48	0,30	0,09	0,32	0,07	0,55	
A – Latência (ms)	GC	60	8,06	0,40	8,00	7,45	9,78	0,630
	GE I	48	8,19	1,74	7,87	6,95	19,48	
A – Amplitude ( $\mu$ V)	GC	60	0,15	0,14	0,12	0,02	0,99	0,866
	GE I	48	0,14	0,07	0,14	0,01	0,35	
C – Latência (ms)	GC	59	18,86	1,07	18,73	15,32	20,73	0,918
	GE I	48	18,84	0,98	18,75	16,93	22,90	
C – Amplitude ( $\mu$ V)	GC	59	0,14	0,09	0,12	0,04	0,61	0,467
	GE I	48	0,13	0,05	0,12	0,04	0,34	
D – Latência (ms)	GC	59	22,82	0,86	22,75	18,73	24,95	0,644
	GE I	48	22,89	0,85	22,71	20,85	24,93	
D – Amplitude ( $\mu$ V)	GC	59	0,16	0,11	0,15	0,01	0,57	0,900
	GE I	48	0,16	0,11	0,14	0,03	0,74	
E – Latência (ms)	GC	60	32,11	0,84	32,11	30,80	33,88	0,522
	GE I	48	31,99	1,03	31,77	28,95	34,17	
E – Amplitude ( $\mu$ V)	GC	60	0,16	0,15	0,13	0,02	1,11	0,265
	GE I	48	0,13	0,09	0,12	0,01	0,43	
F – Latência (ms)	GC	60	40,17	0,62	40,04	39,25	41,88	0,586
	GE I	48	40,07	1,08	39,89	37,73	44,63	
F – Amplitude ( $\mu$ V)	GC	60	0,15	0,09	0,14	0,00	0,49	0,207
	GE I	48	0,13	0,08	0,11	0,02	0,43	
O – Latência (ms)	GC	60	48,28	0,50	48,30	46,63	49,40	0,811
	GE I	48	48,25	0,83	48,25	45,90	51,10	
O – Amplitude ( $\mu$ V)	GC	60	0,18	0,13	0,15	0,02	0,93	0,352
	GE I	48	0,15	0,09	0,12	0,03	0,41	

Teste t de Student para amostras pareadas <sup>(a)</sup> ou teste de postos sinalizados de Wilcoxon <sup>(b)</sup>.  
 Legenda: DP: Desvio padrão; Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo; T.E.: Tamanho do efeito.

Os resultados da tabela 12 demonstram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos para todas as medidas do FFR. Sendo assim, para todas as medidas do FFR, crianças com e sem dificuldades de leitura e escrita foram semelhantes entre si.

## 5.2. PARTE II: COMPARAÇÃO ENTRE OS GRUPOS NOS MOMENTOS PRÉ E PÓS-TA

A análise estatística dos dados do estudo foi realizada usando como base a amostra de 20 indivíduos do GE I avaliados em dois momentos: momento pré-TA e momento pós-TA. As orelhas que não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre si foram unificadas para aumentar o poder estatístico da análise.

A tabela 13 apresenta as medidas de tendência central e de dispersão dos resultados dos testes de PAC de acordo com o momento.

**Tabela 13. Valores descritivos e análise comparativa dos momentos em relação ao desempenho nos testes comportamentais de PAC.**

Teste	Momento	n	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	p-valor
TDD (%)	Pré	40	95,19	5,26	97,50	75,00	100	< 0,001*
	Pós	40	98,69	3,20	100,00	85,00	100	
SSI (%)	Pré	40	56,75	21,29	60,00	10,00	100	< 0,001*
	Pós	40	69,25	10,23	70,00	60,00	100	
TDCV – OD (Acertos)	Pré	20	10,25	2,59	10,00	4,00	15,00	0,101
	Pós	20	11,15	1,81	12,00	8,00	14,00	
TDCV – OE (Acertos)	Pré	20	7,15	2,66	7,00	3,00	13,00	0,487
	Pós	20	6,80	2,40	7,00	3,00	12,00	
TPF (%)	Pré	40	35,58	24,01	28,34	0,00	100	< 0,001*
	Pós	40	64,67	17,64	63,33	30,00	100	
GIN (ms)	Pré	40	6,05	1,32	6,00	4,00	8,00	< 0,001*
	Pós	40	4,70	0,52	5,00	3,00	5,00	

Teste t de Student para amostras pareadas.

Legenda: DP: Desvio padrão; Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo; \*: Valor estatisticamente significativo no nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ).

Os resultados da tabela 13 demonstram que houve diferença estatisticamente significativa entre os momentos em relação aos testes TDD, SSI, TPF e GIN, sendo que, para os três primeiros, o momento pós-TA apresentou maiores valores e, para o último, o momento pós-TA apresentou menores valores. Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os momentos para as medidas do teste TDCV. Sendo assim, crianças com dificuldades de leitura e escrita apresentaram melhora após TA em relação ao desempenho nos testes TDD, SSI, TPF e GIN.

A seguir serão apresentados os resultados das análises comparativas para os grupos estudados nos testes eletrofisiológicos de curta e longa latência. Vale destacar que todos os sujeitos passaram por todos os testes, no entanto, o n apresentado pode variar devido à marcação de ausência de ondas em alguns exames. Deve-se considerar  $n=20$  sujeitos e quando não houve diferença estatisticamente significativa na comparação de orelhas, optou-se por somar e, portanto o n total seria 40.

A tabela 14 apresenta as medidas de tendência central e de dispersão das medidas do PEATE de acordo com o momento.

**Tabela 14. Valores descritivos e análise comparativa dos momentos em relação às medidas do PEATE.**

PEATE	Momento	n	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	p-valor
Onda I – Latência (ms)	Pré	40	1,63	0,17	1,60	1,18	2,25	0,117 <sup>a</sup>
	Pós	40	1,59	0,11	1,57	1,25	1,88	
Onda I – Amplitude (µV)	Pré	40	0,47	0,20	0,48	0,00	0,83	0,367 <sup>a</sup>
	Pós	40	0,45	0,15	0,43	0,18	0,83	
Onda III – Latência OD (ms)	Pré	20	3,84	0,25	3,77	3,58	4,50	0,247 <sup>b</sup>
	Pós	20	3,78	0,14	3,77	3,50	3,98	
Onda III – Latência OE (ms)	Pré	20	3,77	0,19	3,75	3,50	4,28	0,824 <sup>a</sup>
	Pós	20	3,77	0,13	3,79	3,52	3,98	
Onda III – Amplitude (µV)	Pré	40	0,50	0,21	0,46	0,15	0,92	0,563 <sup>a</sup>
	Pós	40	0,49	0,19	0,48	0,01	0,90	
Onda V – Latência (ms)	Pré	40	5,51	0,33	5,44	4,97	6,63	0,776 <sup>a</sup>
	Pós	40	5,50	0,25	5,50	5,03	5,95	
Onda V – Amplitude (µV)	Pré	40	0,71	0,24	0,74	0,28	1,21	0,447 <sup>a</sup>
	Pós	40	0,69	0,21	0,70	0,28	1,21	

Teste t de Student para amostras pareadas (<sup>a</sup>) e teste U de Mann-Whitney (<sup>b</sup>).

Legenda: DP: Desvio padrão; Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo; \*: Valor estatisticamente significativo no nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ).

Os resultados da tabela 14 demonstram que não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os momentos para as medidas do PEATE.

A tabela 15 apresenta as medidas de tendência central e de dispersão das medidas do PEALL-TB de acordo com o momento.

**Tabela 15. Valores descritivos e análise comparativa dos momentos em relação às medidas do PEALL-TB.**

PEALL-TB	Momento	n	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	p-valor
P1 – Latência (ms)	Pré	34	81,68	18,40	77,00	51,00	131,00	0,033*
	Pós	36	72,06	14,12	73,00	47,00	107,00	
P1 – Amplitude ( $\mu$ V)	Pré	33	3,47	2,96	2,71	0,05	13,73	0,394
	Pós	36	2,95	2,12	2,76	0,40	9,30	
N1 – Latência (ms)	Pré	37	117,03	23,27	113,00	78,00	171,00	0,043*
	Pós	39	109,79	14,18	110,00	84,00	162,00	
N1 – Amplitude ( $\mu$ V)	Pré	36	3,80	2,59	3,39	0,04	10,46	0,972
	Pós	39	3,60	2,85	2,34	0,06	10,64	
P2 – Latência (ms)	Pré	38	161,53	20,33	163,00	130,00	210,00	0,053
	Pós	39	151,49	28,99	154,00	17,00	197,00	
P2 – Amplitude ( $\mu$ V)	Pré	38	6,88	3,13	6,97	0,84	13,25	0,133
	Pós	39	7,57	2,68	7,68	1,15	12,78	
N2 – Latência (ms)	Pré	40	231,40	21,43	233,00	167,00	291,00	0,468
	Pós	40	228,38	26,68	227,50	163,00	296,00	
N2 – Amplitude ( $\mu$ V)	Pré	38	6,59	3,48	6,06	1,56	16,70	0,891
	Pós	40	6,70	3,64	6,35	0,42	18,06	
P300 – Latência (ms)	Pré	40	337,18	34,57	339,50	265,00	408,00	0,001*
	Pós	40	302,97	45,39	307,00	216,00	419,00	
P300 – Amplitude ( $\mu$ V)	Pré	40	6,86	4,46	5,62	1,71	22,96	0,925
	Pós	40	6,95	4,04	5,55	1,73	18,20	

Teste t de Student para amostras pareadas.

Legenda: DP: Desvio padrão; Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo; \*: Valor estatisticamente significativo no nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ).

Os resultados da tabela 15 demonstram que houve diferença estatisticamente significativa entre os momentos em relação à latência das ondas P1, N1 e P300, sendo que, para as três, o momento pós-TA apresentou menores valores. Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os momentos para as demais medidas do PEALL-TB. Sendo assim, crianças com dificuldades de leitura e escrita apresentaram redução da latência após TA em relação às ondas P1, N1 e P300. Em relação às demais medidas, não foram observadas mudanças após TA.

A tabela 16 apresenta as medidas de tendência central e de dispersão das medidas do PEALL-Fala de acordo com o momento.

**Tabela 16. Valores descritivos e análise comparativa dos momentos em relação às medidas do PEALL-Fala.**

PEALL-Fala	Momento	n	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	p-valor
P1 – Latência (ms)	Pré	34	83,24	16,86	83,50	52,00	115,00	0,079
	Pós	35	77,46	18,92	75,00	38,00	115,00	
P1 – Amplitude ( $\mu$ V)	Pré	34	4,72	2,55	4,59	0,11	10,66	0,436
	Pós	35	4,39	2,12	4,42	0,73	8,47	
N1 – Latência (ms)	Pré	36	134,83	31,80	137,50	81,00	222,00	0,058
	Pós	36	128,89	26,18	129,50	71,00	204,00	
N1 – Amplitude ( $\mu$ V)	Pré	36	3,22	1,91	2,93	0,25	7,24	0,304
	Pós	36	2,89	2,19	2,94	0,07	8,84	
P2 – Latência (ms)	Pré	36	192,00	40,82	184,50	111,00	270,00	0,009*
	Pós	36	175,92	32,49	177,50	92,00	247,00	
P2 – Amplitude ( $\mu$ V)	Pré	36	4,14	2,17	3,92	0,22	8,43	0,120
	Pós	36	3,05	1,97	3,02	0,12	8,62	
N2 – Latência (ms)	Pré	38	257,00	38,49	255,00	188,00	330,00	< 0,001*
	Pós	39	224,18	38,08	225,00	113,00	318,00	
N2 – Amplitude ( $\mu$ V)	Pré	38	4,97	2,86	5,25	0,10	10,06	0,018*
	Pós	39	3,40	2,55	2,88	0,11	9,64	
P300 – Latência (ms)	Pré	40	348,95	42,47	351,00	265,00	417,00	< 0,001*
	Pós	40	305,47	40,77	296,00	233,00	401,00	
P300 – Amplitude ( $\mu$ V)	Pré	39	5,69	3,67	5,29	0,52	15,46	0,017*
	Pós	40	7,48	4,01	7,54	1,79	18,55	

Teste t de Student para amostras pareadas.

Legenda: DP: Desvio padrão; Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo; \*: Valor estatisticamente significativo no nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ).

Os resultados da tabela 16 demonstram que houve diferença estatisticamente significativa entre os momentos em relação à latência das ondas P2, N2 e P300, sendo que, para as três, o momento pós-TA apresentou menores valores. Houve diferença estatisticamente significativa entre os momentos em relação à amplitude das ondas N2 e P300, sendo que, para a primeira, o momento pós-TA apresentou menores valores e, para a segunda, o momento pós-TA apresentou maiores valores. Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os momentos para as demais medidas do P300-Fala. Sendo assim, crianças com dificuldades de leitura e escrita apresentaram redução da latência após TA em relação às ondas P2, N2 e P300, redução da amplitude após TA em relação à onda N2 e aumento da amplitude após TA em relação à onda P300. Em relação às demais medidas, não foram observadas mudanças após TA.

A tabela 17 apresenta as medidas de tendência central e de dispersão das medidas do FFR de acordo com o momento.

**Tabela 17. Valores descritivos e análise comparativa dos momentos em relação às medidas do FFR.**

FFR	Momento	n	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	p-valor
V – Latência (ms)	Pré	40	7,02	1,02	6,80	6,10	12,88	0,321 <sup>a</sup>
	Pós	40	6,87	0,33	6,80	6,38	7,67	
V – Amplitude (µV)	Pré	40	0,30	0,10	0,30	0,07	0,55	0,936 <sup>a</sup>
	Pós	40	0,30	0,06	0,29	0,17	0,41	
A – Latência (ms)	Pré	40	8,21	1,91	7,82	6,95	19,48	0,268 <sup>a</sup>
	Pós	40	7,88	0,39	7,89	7,22	8,82	
A – Amplitude (µV)	Pré	40	0,14	0,07	0,13	0,01	0,35	0,490 <sup>a</sup>
	Pós	40	0,13	0,06	0,13	0,02	0,32	
C – Latência (ms)	Pré	40	18,89	1,03	18,77	16,93	22,90	0,010*
	Pós	40	18,32	0,92	18,45	16,13	20,45	
C – Amplitude (µV)	Pré	40	0,13	0,06	0,12	0,04	0,34	0,690 <sup>a</sup>
	Pós	40	0,13	0,04	0,13	0,05	0,21	
D – Latência OD (ms)	Pré	20	22,75	0,68	22,71	21,88	24,80	0,773 <sup>b</sup>
	Pós	20	22,67	0,58	22,60	21,93	24,05	
D – Latência OE (ms)	Pré	20	23,06	1,08	22,77	20,85	24,93	0,752 <sup>a</sup>
	Pós	20	22,95	1,12	22,82	20,38	25,73	
D – Amplitude (µV)	Pré	40	0,16	0,12	0,13	0,03	0,74	0,957 <sup>a</sup>
	Pós	40	0,16	0,11	0,15	0,04	0,51	
E – Latência (ms)	Pré	40	32,09	1,00	31,83	30,48	34,17	0,058 <sup>a</sup>
	Pós	40	31,75	0,86	31,70	30,45	34,33	
E – Amplitude (µV)	Pré	40	0,12	0,08	0,12	0,01	0,32	0,411 <sup>a</sup>
	Pós	40	0,13	0,08	0,13	0,04	0,40	
F – Latência (ms)	Pré	40	40,17	1,11	39,96	38,77	44,63	0,348 <sup>a</sup>
	Pós	40	39,99	0,79	39,83	38,88	43,08	
F – Amplitude (µV)	Pré	40	0,12	0,07	0,11	0,02	0,31	0,674 <sup>a</sup>
	Pós	40	0,13	0,07	0,11	0,04	0,39	
O – Latência (ms)	Pré	40	48,25	0,85	48,14	45,90	51,10	0,973 <sup>a</sup>
	Pós	40	48,24	0,56	48,21	45,95	49,08	
O – Amplitude (µV)	Pré	40	0,15	0,09	0,12	0,03	0,41	0,877 <sup>a</sup>
	Pós	40	0,15	0,15	0,11	0,03	0,93	

Teste t de Student para amostras pareadas <sup>(a)</sup> e teste U de Mann-Whitney <sup>(b)</sup>.  
Legenda: DP: Desvio padrão; Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo.

Os resultados da tabela 17 demonstram que houve diferença estatisticamente significativa entre os momentos em relação à latência da onda C, sendo que o momento pós-TA apresentou menores valores. Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os momentos para as demais medidas do FFR. Sendo assim, crianças com dificuldades de leitura e escrita apresentaram redução da latência após TA em relação à onda C. Em relação às demais medidas, não foram observadas mudanças após TA.

A seguir serão apresentados os dados referentes à análise de comparação do GC (n=30) e o GE II (n=20).

A tabela 18 apresenta as medidas de tendência central e de dispersão dos resultados dos testes de processamento auditivo de acordo com o grupo.

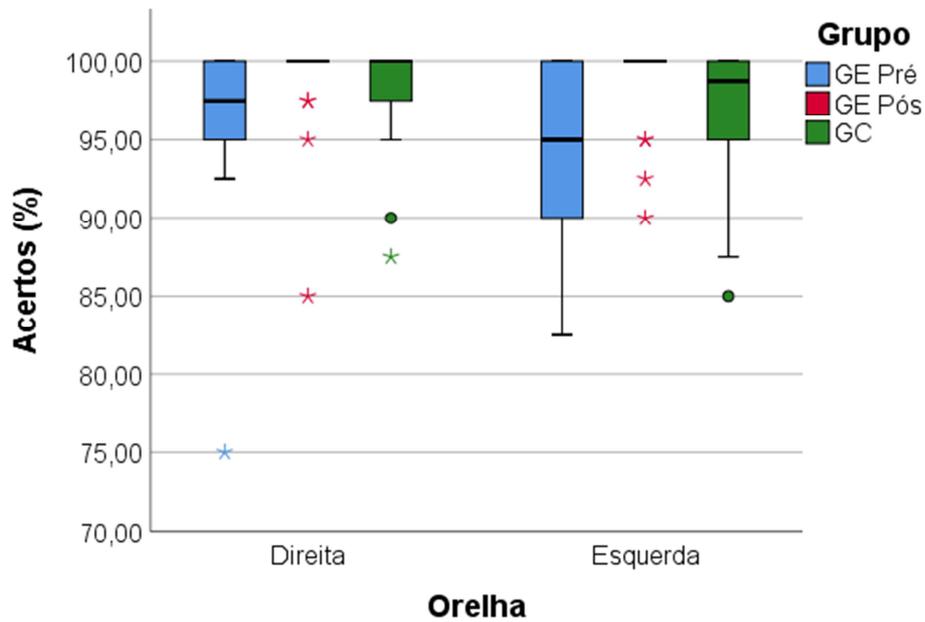
**Tabela 18. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação aos resultados dos testes de processamento auditivo.**

Teste	Grupo	N	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	p-valor
TDD - OD (%)	GC	30	98,00	3,11	100	87,50	100	0,119 <sup>b</sup>
	GE Pós	20	98,75	3,49	100	85,00	100	
TDD - OE (%)	GC	30	97,25	3,90	98,75	85,00	100	0,077 <sup>b</sup>
	GE Pós	20	98,62	2,98	100,00	90,00	100	
SSI (%)	GC	60	70,00	11,20	70,00	60,00	100	0,735 <sup>a</sup>
	GE Pós	40	69,25	10,23	70,00	60,00	100	
TDCV - OD (Acertos)	GC	30	11,90	2,90	12,00	7,00	17,00	0,310 <sup>a</sup>
	GE Pós	20	11,15	1,81	12,00	8,00	14,00	
TDCV - OE (Acertos)	GC	30	6,13	2,90	6,00	0,00	12,00	0,398 <sup>a</sup>
	GE Pós	20	6,80	2,40	7,00	3,00	12,00	
TPF (%)	GC	60	67,72	26,06	73,33	16,67	100	0,518 <sup>a</sup>
	GE Pós	40	64,67	17,64	63,33	30,00	100	
GIN - OD (ms)	GC	30	4,80	0,66	5,00	4,00	6,00	0,285 <sup>b</sup>
	GE Pós	20	4,55	0,60	5,00	3,00	5,00	
GIN - OE (ms)	GC	30	5,03	0,67	5,00	4,00	6,00	0,317 <sup>b</sup>
	GE Pós	20	4,85	0,37	5,00	4,00	5,00	

Teste t de Student para amostras independentes (<sup>a</sup>) e Teste U de Mann-Whitney (<sup>b</sup>).  
 Legenda: DP: Desvio padrão; Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo.

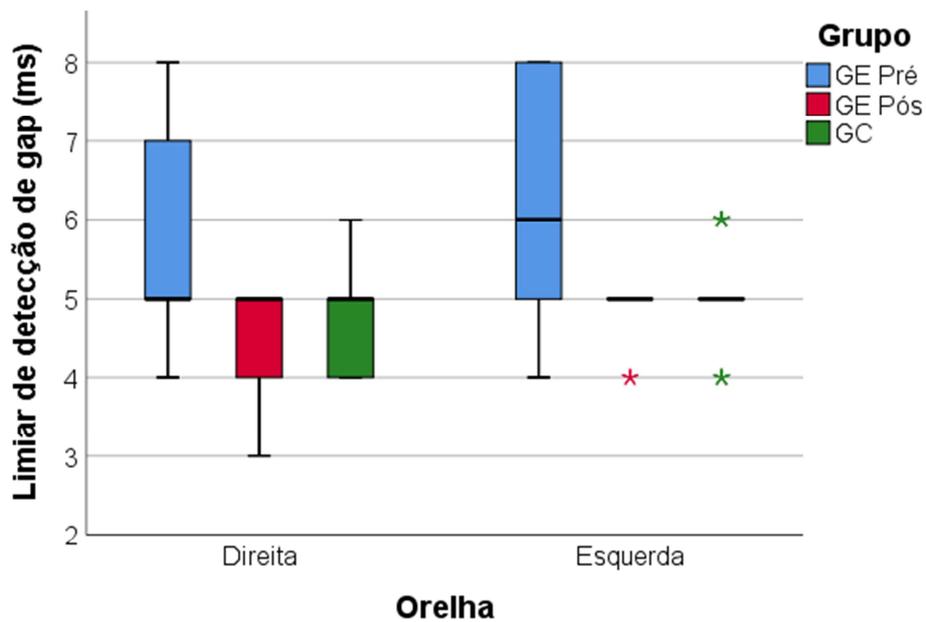
Os resultados da tabela 18 demonstram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos para nenhum dos testes comportamentais de PAC. Sendo assim, crianças com dificuldades de leitura e escrita após TA foram semelhantes a crianças sem dificuldades de leitura e escrita quanto aos testes comportamentais de PAC. Nesta análise considerou-se o n de 30 sujeitos para o GC e 20 para o GE II. No entanto, quando não foram observadas diferenças estatisticamente significantes para a variável orelha, optou-se por unir esses dados.

O gráfico 1 apresenta o desempenho dos grupos no Teste Dicótico de Dígitos de acordo com o momento de avaliação.



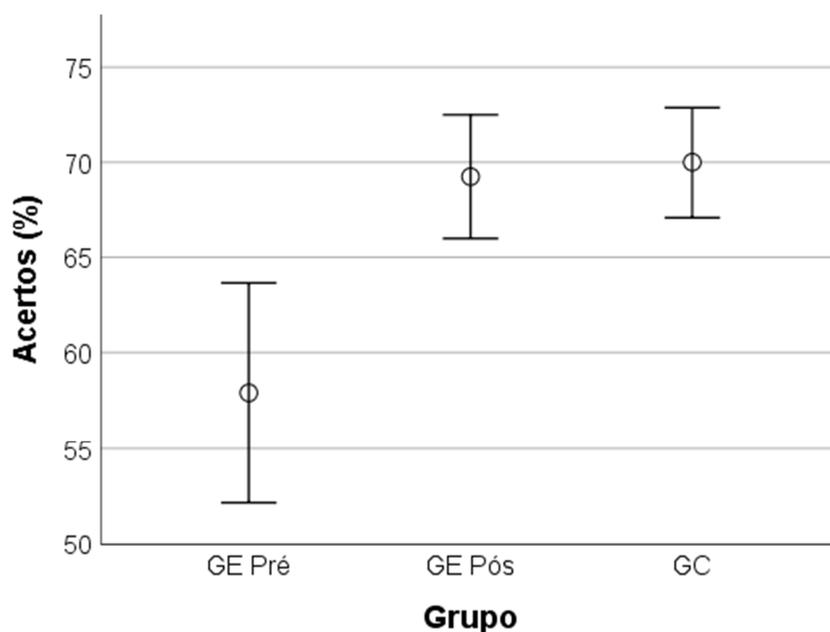
**Gráfico 1. Desempenho dos grupos no Teste Dicótico de Dígitos de acordo o momento da avaliação e a orelha avaliada.**

O gráfico 2 apresenta o desempenho dos grupos no Teste Gaps-in-Noise de acordo com o momento de avaliação.



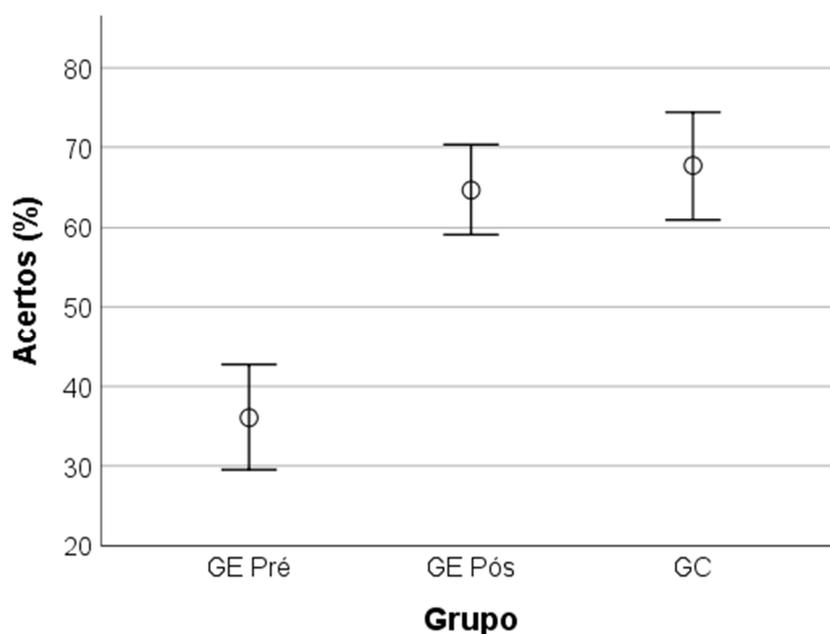
**Gráfico 2. Desempenho dos grupos no Teste Gaps-in-Noise de acordo o momento da avaliação e a orelha avaliada.**

O gráfico 3 apresenta o desempenho dos grupos no Teste SSI de acordo com o momento de avaliação.



**Gráfico 3. Desempenho dos grupos no Teste SSI de acordo o momento da avaliação. As barras de erro representam o intervalo de confiança de 95%.**

O gráfico 4 apresenta o desempenho dos grupos no Teste Padrão de Frequência de acordo com o momento de avaliação.



**Gráfico 4. Desempenho dos grupos no Teste de Padrão de Frequência de acordo o momento da avaliação. As barras de erro representam o intervalo de confiança de 95%.**

A tabela 19 apresenta as medidas de tendência central e de dispersão dos resultados da pesquisa do PEATE de acordo com o grupo.

**Tabela 19. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação aos resultados do PEATE.**

PEATE	Grupo	n	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	p-valor
Onda I OD – Latência (ms)	GC	30	98,00	3,11	100,00	87,50	100,00	0,306 <sup>b</sup>
	GE Pós	20	98,75	3,49	100,00	85,00	100,00	
Onda I OE – Latência (ms)	GC	60	1,57	0,08	1,58	1,40	1,78	0,137 <sup>b</sup>
	GE Pós	40	1,59	0,11	1,57	1,25	1,88	
Onda I – Amplitude ( $\mu$ V)	GC	60	0,46	0,13	0,44	0,21	0,78	0,897 <sup>a</sup>
	GE Pós	40	0,45	0,15	0,43	0,18	0,83	
Onda III OD – Latência (ms)	GC	30	3,82	0,12	3,83	3,55	4,00	0,276 <sup>b</sup>
	GE Pós	20	3,78	0,14	3,77	3,50	3,98	
Onda III OE – Latência (ms)	GC	30	3,79	0,15	3,76	3,50	4,18	0,702 <sup>a</sup>
	GE Pós	20	3,77	0,13	3,79	3,52	3,98	
Onda III – Amplitude ( $\mu$ V)	GC	60	0,45	0,18	0,43	0,15	0,90	0,293 <sup>a</sup>
	GE Pós	40	0,49	0,19	0,48	0,01	0,90	
Onda V – Latência (ms)	GC	60	5,50	0,24	5,47	4,97	5,95	0,964 <sup>a</sup>
	GE Pós	40	5,50	0,25	5,50	5,03	5,95	
Onda V – Amplitude ( $\mu$ V)	GC	60	0,66	0,24	0,66	0,30	1,54	0,562 <sup>a</sup>
	GE Pós	40	0,69	0,21	0,70	0,28	1,21	

Teste t de Student para amostras independentes (<sup>a</sup>) e Teste U de Mann-Whitney (<sup>b</sup>).  
Legenda: DP: Desvio padrão; Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo.

Os resultados da tabela 19 demonstram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos para nenhuma das medidas do PEATE.

A tabela 20 apresenta as medidas de tendência central e de dispersão dos resultados da pesquisa do PEALL-TB de acordo com o grupo.

**Tabela 20. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação aos resultados do PEALL-TB.**

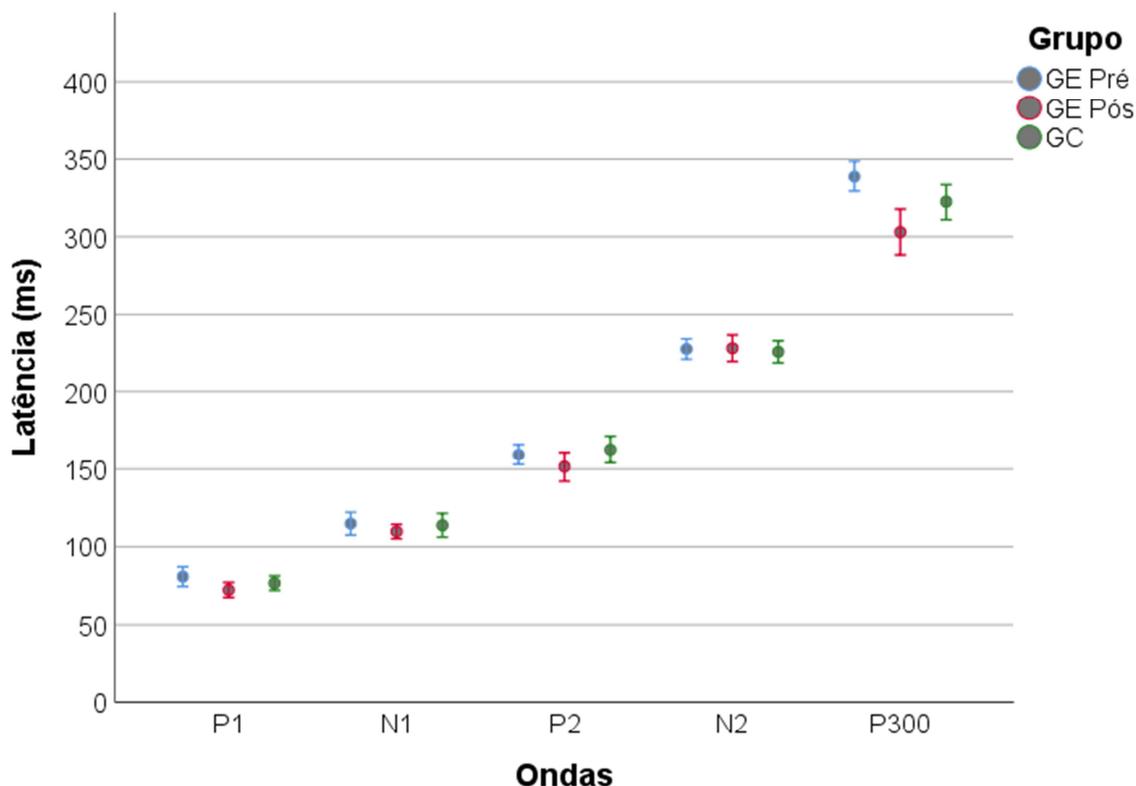
PEALL-TB	Grupo	n	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	p-valor
P1 – Latência (ms)	GC	55	76,40	16,96	77,00	41,00	118,00	0,206
	GE Pós	36	72,06	14,12	73,00	47,00	107,00	
P1 – Amplitude ( $\mu$ V)	GC	55	3,78	2,84	3,19	0,36	12,88	0,134
	GE Pós	36	2,95	2,12	2,76	0,40	9,30	
N1 – Latência (ms)	GC	52	113,83	27,38	109,50	70,00	181,00	0,365
	GE Pós	39	109,79	14,18	110,00	84,00	162,00	
N1 – Amplitude ( $\mu$ V)	GC	52	3,24	2,93	2,59	0,41	18,16	0,555
	GE Pós	39	3,60	2,85	2,34	0,06	10,64	
P2 – Latência (ms)	GC	52	162,67	31,16	159,00	111,00	270,00	0,084
	GE Pós	39	151,49	28,99	154,00	17,00	197,00	
P2 – Amplitude ( $\mu$ V)	GC	52	6,09	4,73	5,26	0,15	24,80	0,062
	GE Pós	39	7,57	2,68	7,68	1,15	12,78	
N2 – Latência (ms)	GC	60	226,03	27,51	230,50	163,00	279,00	0,674
	GE Pós	40	228,38	26,68	227,50	163,00	296,00	
N2 – Amplitude ( $\mu$ V)	GC	60	6,94	4,09	6,44	1,43	17,20	0,766
	GE Pós	40	6,70	3,64	6,35	0,42	18,06	
P300 – Latência (ms)	GC	60	322,23	44,45	320,50	227,00	418,00	0,038*
	GE Pós	40	302,97	45,39	307,00	216,00	419,00	
P300 – Amplitude ( $\mu$ V)	GC	60	7,98	4,55	7,45	1,18	23,09	0,251
	GE Pós	40	6,95	4,04	5,55	1,73	18,20	

Teste t de Student para amostras independentes.

Legenda: DP: Desvio padrão; Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo; \*: Valor estatisticamente significativo no nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ).

Os resultados da tabela 20 demonstram que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos apenas para a latência do P300, sendo que o GE II apresentou valores menores em comparação ao GC. Para as demais medidas, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos.

O gráfico 5 apresenta o desempenho dos grupos no PEALL com estímulo tone-burst de acordo com o momento de avaliação.



**Gráfico 5. Valores de latência do PEALL-TB de acordo o momento da avaliação e a onda. As barras de erro representam o intervalo de confiança de 95%.**

A tabela 21 apresenta as medidas de tendência central e de dispersão dos resultados da pesquisa do PEALL-Fala de acordo com o grupo.

**Tabela 21. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação aos resultados do PEALL-Fala.**

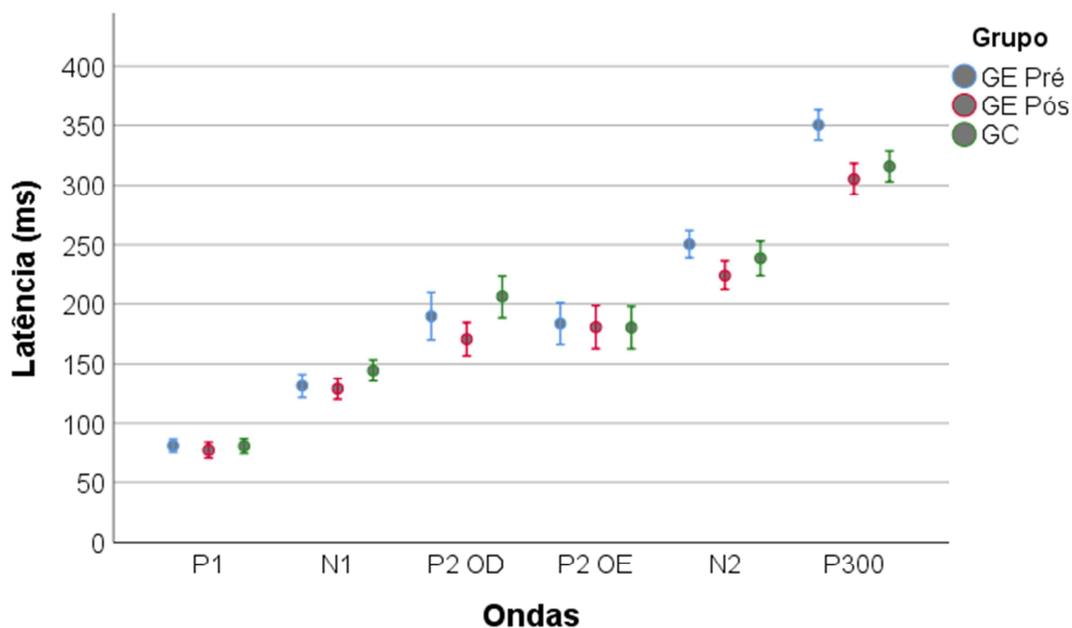
PEALL-Fala	Grupo	n	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	p-valor
P1 – Latência (ms)	GC	42	80,83	19,52	83,00	42,00	127,00	0,446 <sup>a</sup>
	GE Pós	35	77,46	18,92	75,00	38,00	115,00	
P1 – Amplitude (µV)	GC	42	4,94	2,19	5,36	0,75	9,31	0,272 <sup>a</sup>
	GE Pós	35	4,39	2,12	4,42	0,73	8,47	
N1 – Latência (ms)	GC	41	144,56	28,06	148,00	70,00	205,00	0,014 <sup>*a</sup>
	GE Pós	36	128,89	26,18	129,50	71,00	204,00	
N1 – Amplitude (µV)	GC	41	3,74	2,85	3,21	0,18	12,06	0,151 <sup>a</sup>
	GE Pós	36	2,89	2,19	2,94	0,07	8,84	
P2 OD – Latência (ms)	GC	20	206,05	37,88	213,00	79,00	260,00	< 0,001 <sup>*b</sup>
	GE Pós	17	170,65	26,88	170,00	123,00	233,00	
P2 OE – Latência (ms)	GC	22	180,32	39,63	184,00	102,00	246,00	0,979 <sup>a</sup>
	GE Pós	19	180,63	36,88	186,00	92,00	247,00	
P2 – Amplitude (µV)	GC	41	3,33	2,72	2,40	0,13	11,56	0,610 <sup>a</sup>
	GE Pós	36	3,05	1,97	3,02	0,12	8,62	
N2 – Latência (ms)	GC	45	238,64	48,44	239,00	117,00	330,00	0,136 <sup>a</sup>
	GE Pós	39	224,18	38,08	225,00	113,00	318,00	
N2 – Amplitude (µV)	GC	45	5,29	3,38	6,14	0,14	12,74	0,005 <sup>*a</sup>
	GE Pós	39	3,40	2,55	2,88	0,11	9,64	
P300 – Latência (ms)	GC	46	315,93	43,40	304,00	242,00	405,00	0,255 <sup>a</sup>
	GE Pós	40	305,47	40,77	296,00	233,00	401,00	
P300 – Amplitude (µV)	GC	46	8,06	5,11	6,47	1,08	24,95	0,562 <sup>a</sup>
	GE Pós	40	7,48	4,01	7,54	1,79	18,55	

Teste t de Student para amostras independentes <sup>(a)</sup> e Teste U de Mann-Whitney <sup>(b)</sup>.

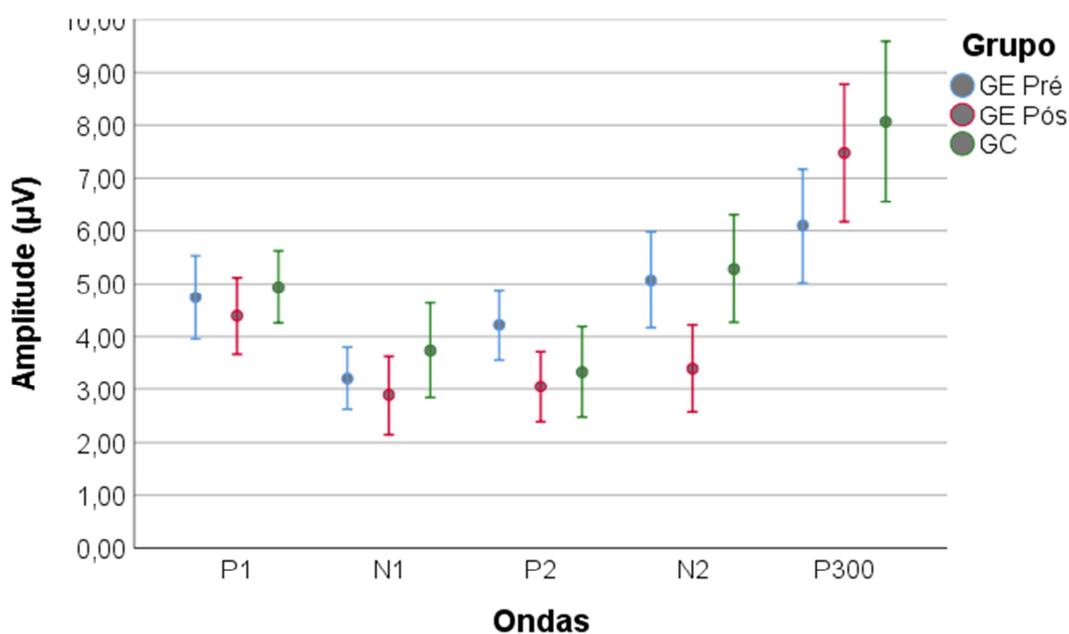
Legenda: DP: Desvio padrão; Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo; \*: Valor estatisticamente significativo no nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ).

Os resultados da tabela 21 demonstram que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos apenas para a latência do N1, latência do P2 à OD e amplitude do N2, sendo que o GE Pós apresentou valores menores em comparação ao GC para as três variáveis. Para as demais medidas, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos.

Os gráficos 6 e 7 apresentam o desempenho dos grupos no PEALL com estímulo de fala de acordo com o momento de avaliação.



**Gráfico 6. Valores de latência do PEALL-Fala de acordo o momento da avaliação e a onda. As barras de erro representam o intervalo de confiança de 95%.**



**Gráfico 7. Valores de amplitude do PEALL-Fala de acordo o momento da avaliação e a onda. As barras de erro representam o intervalo de confiança de 95%.**

A tabela 22 apresenta as medidas de tendência central e de dispersão dos resultados da pesquisa do FFR de acordo com o grupo.

**Tabela 22. Valores descritivos e análise comparativa dos grupos em relação aos resultados do FFR.**

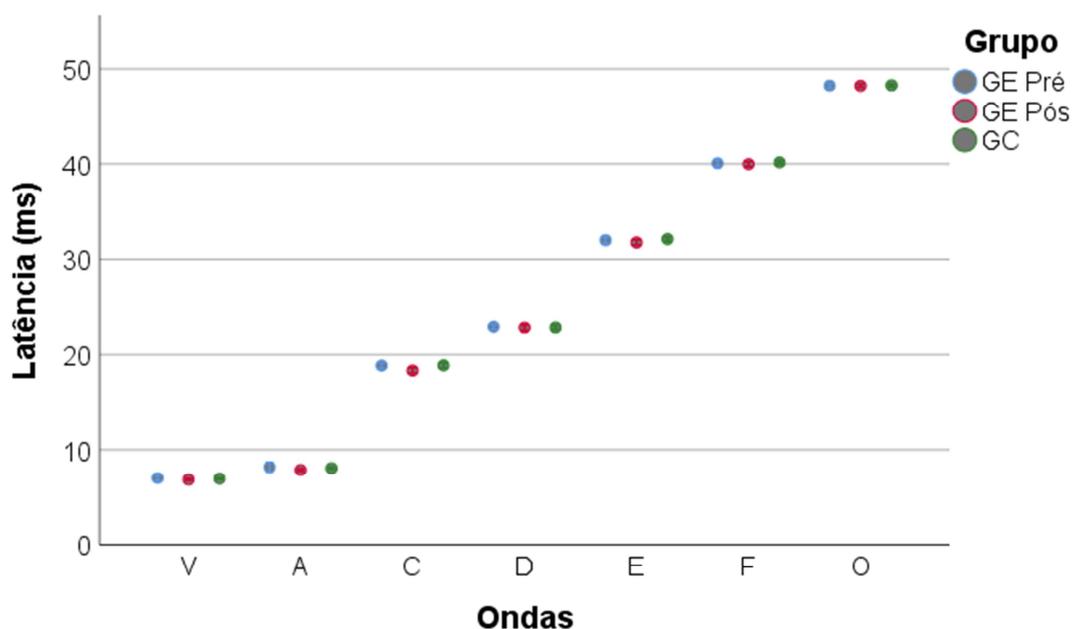
FFR	Grupo	n	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	p-valor
V – Latência (ms)	GC	60	6,96	0,27	6,95	6,53	7,60	0,148
	GE Pós	40	6,87	0,33	6,80	6,38	7,67	
V – Amplitude ( $\mu\text{V}$ )	GC	60	0,29	0,10	0,29	0,06	0,53	0,525
	GE Pós	40	0,30	0,06	0,29	0,17	0,41	
A – Latência (ms)	GC	60	8,06	0,40	8,00	7,45	9,78	0,026*
	GE Pós	40	7,88	0,39	7,89	7,22	8,82	
A – Amplitude ( $\mu\text{V}$ )	GC	60	0,15	0,14	0,12	0,02	0,99	0,443
	GE Pós	40	0,13	0,06	0,13	0,02	0,32	
C – Latência (ms)	GC	59	18,86	1,07	18,73	15,32	20,73	0,010*
	GE Pós	40	18,32	0,92	18,45	16,13	20,45	
C – Amplitude ( $\mu\text{V}$ )	GC	59	0,14	0,09	0,12	0,04	0,61	0,654
	GE Pós	40	0,13	0,04	0,13	0,05	0,21	
D – Latência (ms)	GC	59	22,82	0,86	22,75	18,73	24,95	0,962
	GE Pós	40	22,81	0,89	22,66	20,38	25,73	
D – Amplitude ( $\mu\text{V}$ )	GC	59	0,16	0,11	0,15	0,01	0,57	0,887
	GE Pós	40	0,16	0,11	0,15	0,04	0,51	
E – Latência (ms)	GC	60	32,11	0,84	32,11	30,80	33,88	0,043*
	GE Pós	40	31,75	0,86	31,70	30,45	34,33	
E – Amplitude ( $\mu\text{V}$ )	GC	60	0,16	0,15	0,13	0,02	1,11	0,307
	GE Pós	40	0,13	0,08	0,13	0,04	0,40	
F – Latência (ms)	GC	60	40,17	0,62	40,04	39,25	41,88	0,202
	GE Pós	40	39,99	0,79	39,83	38,88	43,08	
F – Amplitude ( $\mu\text{V}$ )	GC	60	0,15	0,09	0,14	0,00	0,49	0,122
	GE Pós	40	0,13	0,07	0,11	0,04	0,39	
O – Latência (ms)	GC	60	48,28	0,50	48,30	46,63	49,40	0,695
	GE Pós	40	48,24	0,56	48,21	45,95	49,08	
O – Amplitude ( $\mu\text{V}$ )	GC	60	0,18	0,13	0,15	0,02	0,93	0,328
	GE Pós	40	0,15	0,15	0,11	0,03	0,93	

Teste t de Student para amostras independentes.

Legenda: DP: Desvio padrão; Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo; \*: Valor estatisticamente significativo no nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ).

Os resultados da tabela 22 demonstram que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos apenas para a latência das ondas A, C e E, sendo que o GE Pós apresentou valores menores em comparação ao GC para as três variáveis. Para as demais medidas, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos.

O gráfico 8 apresenta o desempenho dos grupos no FFR de acordo com o momento de avaliação.



**Gráfico 8. Valores de latência do FFR de acordo o momento da avaliação e a onda. As barras de erro representam o intervalo de confiança de 95%.**

## 6. DISCUSSÃO

### 6.1. PARTE I – COMPARAÇÃO GE I X GC

O presente estudo teve como objetivo avaliar o sistema auditivo periférico e central de crianças com dificuldade de leitura e escrita levando-se em consideração que o processo de aprendizagem da leitura e da escrita, não é natural como a aquisição da linguagem oral e precisa ser aprendido. Para que isso ocorra é necessário o funcionamento efetivo de vários sistemas sensoriais, como o visual, proprioceptivo e, o nosso enfoque de estudo que é o auditivo. Pesquisas que investiguem as habilidades auditivas em escolares são fundamentais, pois não compreender auditivamente a mensagem pode interferir negativamente no processo de aprendizagem da criança.

Existe um grande número de estudos envolvendo o processamento auditivo de crianças com dificuldades de leitura e escrita. No entanto, os estudos existentes sobre o assunto apresentam grande variabilidade em relação às metodologias, às populações estudadas, faixas etárias e bateria de testes utilizados, o que torna difícil a comparação direta deste trabalho com os existentes.

Analisando-se a distribuição quanto ao sexo e idade dos grupos estudados, podemos observar que houve homogeneidade na amostra como apresentado nas Tabelas 1 e 2. Esse dado se torna importante, pois podemos considerar que a variável idade não influenciou os resultados obtidos.

No presente estudo, as crianças que participaram apresentavam nível cognitivo preservado, verificado através da aplicação de teste específico e não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos GC e GE I (Tabela 3), demonstrando desempenho semelhante de ambos os grupos. Esse dado é importante, pois, acredita-se que não houve interferência do nível cognitivo nas avaliações do sistema auditivo central.

Alguns pesquisadores defendem a ideia de que o diagnóstico de transtorno do processamento auditivo central considera apenas os processos bottom-up e que o termo TPAC é erroneamente utilizado uma vez que a avaliação sofre influência direta de déficits cognitivos (113-117). No entanto, outros estudos não encontraram correlações entre o desempenho de crianças

com ou sem alterações de processamento auditivo central em testes que avaliam o nível cognitivo (86, 118-120).

Sabe-se da importância de controlar fatores como a atenção, cansaço, motivação e até de linguagem para que a avaliação do PAC reflita o real desempenho das habilidades auditivas. O diagnóstico preciso irá garantir um planejamento adequado para cada criança. Diante disso, Chermak et al. (2017)(121), elaboraram um guideline com recomendações para minimizar as variáveis de linguagem e os distúrbios cognitivos no diagnóstico diferencial de TPAC, e ressaltaram ainda, a importância de equipe multidisciplinar para melhor conclusão diagnóstica.

No processo de avaliação das funções auditivas é importante considerar o desempenho do sistema auditivo periférico, iniciando pela avaliação audiológica básica. Resultados normais nesta avaliação garantem um bom funcionamento destas estruturas.

A pesquisa dos limiares auditivos nas frequências de 250 a 8000Hz, é a avaliação auditiva padrão ouro para detecção da perda auditiva. A análise dos dados para os testes de audiometria tonal liminar e audiometria de altas frequências (Tabela 4) apresentou diferenças estatisticamente significantes para frequências isoladas. No entanto, a média dos limiares de ambos os grupos, está próxima de 5dB e portanto dentro dos padrões de normalidade para crianças (104). Para AAF, apesar de não existir um padrão de normalidade para este procedimento, como a média está também está próxima de 5dB, acredita-se que as respostas estão dentro da normalidade.

Esta análise de normalidade das respostas para pesquisa dos limiares tonais para avaliação audiológica básica e de altas frequências entre os grupos é essencial para comprovar que as alterações identificadas nas avaliações comportamentais e eletrofisiológicas não são decorrentes de possível alteração do funcionamento do sistema auditivo periférico. Vale destacar que essa avaliação não fornece ao fonoaudiólogo dados da fisiologia completa do sistema auditivo (122, 123) e, portanto, considera-se de extrema importância a avaliação do processamento auditivo central para melhor compreensão do funcionamento das habilidades centrais.

Assim como observado em outros estudos (10, 24, 122), crianças com TPAC e problemas de aprendizagem apresentam alteração de habilidades

auditivas centrais, apesar do audiograma com limiares dentro da normalidade. Justamente o uso de termo “processamento auditivo” foi introduzido em 1954 na tentativa de explicar as dificuldades auditivas frente às avaliações audiológicas normais (25).

A AAF ainda não é um procedimento utilizado na rotina clínica. Alguns estudos (124, 125) descrevem uma queda na sensibilidade auditiva conforme aumentam as frequências. Este estudo não corrobora esses achados, uma vez que, mesmo nas frequências mais altas pesquisadas, as médias encontradas para ambos os grupos estão próximas de 5dBNA, garantindo o bom funcionamento do sistema periférico.

Alguns questionamentos foram levantados diante da observação referente aos valores máximos encontrados nessa população: seria essa uma perda mínima? Poderia influenciar na aquisição de fala e de alguns fonemas? Poderia influenciar na codificação neural? Diante disso, concluímos que mais estudos envolvendo essa população são importantes para correlacionar os dados da avaliação audiológica básica e de altas frequências com o desenvolvimento da fala e o processamento da informação.

A integridade do sistema auditivo periférico, verificada nos participantes deste estudo, é reforçada ainda pela pesquisa da integridade coclear através das EOA (Tabelas 5 e 6), uma vez que a presença das emissões indica orelhas funcionalmente normais até as células ciliadas externas e estarão ausentes nos casos de limiares auditivos alterados ou alterações de orelha média (126). Nesse estudo não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes para as EOAT. Foi observada diferença significativa somente na frequência de 2000Hz para EOAPD sendo que as médias encontradas para os dois grupos para essa frequência indicam grande amplitude e portanto presença das emissões.

O PEATE com estímulo do tipo clique foi realizado a fim de verificar a integridade de nervo auditivo e tronco encefálico. Os dados (tabela 7) mostram que não houve diferenças estatisticamente significantes entre os grupos para todas as medidas avaliadas. Atualmente, as pesquisas têm utilizado esse potencial como um critério de normalidade para a avaliação das estruturas superiores.

Não havendo diferença estatisticamente significativa em nenhum dos testes descritos acima, verificou-se que os grupos são homogêneos para sexo, idade, nível cognitivo e para os testes que avaliaram o sistema periférico até o tronco encefálico. Levando em conta os resultados encontrados, podemos verificar a integridade dessas estruturas em todos os sujeitos e concluir que as mesmas não causaram interferência nos resultados das avaliações auditivas centrais.

A porção de entrada do sistema auditivo está avaliado e íntegro na população estudada, apesar disso, as crianças com dificuldades de leitura e escrita que participaram do presente estudo apresentaram alta prevalência de alteração nos testes comportamentais que avaliam o processamento auditivo central (Tabela 8). Esse dado é reforçado por outros estudos envolvendo crianças com dificuldade de leitura e escrita e processamento auditivo central (3, 10, 11, 86, 127).

Sharma et al. (2006) (85) observou que todas as crianças com dificuldades de leitura apresentavam alterações em pelo menos um dos testes de processamento auditivo, concluindo que existe uma correlação entre o processamento auditivo central e as dificuldades de leitura.

O Teste Dicótico de Dígitos apresentou diferença estatisticamente significativa para a orelha esquerda na comparação dos grupos. Esse dado pode ser explicado pela assimetria hemisférica, ou seja, o hemisfério esquerdo sendo dominante para linguagem e a integração das informações ocorrendo via corpo caloso (128), acredita-se que existe um prejuízo nessa via auditiva que compromete a integração inter-hemisférica das informações auditivas. Essa diferença de desempenho entre as orelhas no TDD também foi observado em outras pesquisas (129-131) que reportam redução no desempenho da orelha esquerda entre crianças com dificuldade de leitura e escrita.

Em 1998 Santos (132) estudou 140 indivíduos destros, com idades entre cinco e 25 anos, encontrou vantagem da orelha direita e melhora do desempenho à medida que a idade foi aumentando, mostrando um curso maturacional do SNAC, contribuindo para os critérios de referência atualmente utilizados de acordo com a faixa etária na avaliação auditiva comportamental e possibilitando a aplicação em indivíduos a partir de 5 anos. Para a faixa etária

do grupo estudado, não é esperado vantagem da orelha direita, portanto considera-se que há um atraso ou alteração nessa habilidade auditiva.

A diferença de desempenho entre as orelhas no TDD é reforçada pelo fato de que todos os pacientes envolvidos neste estudo tinham preferência manual à direita, comprovada pela análise do TDCV (etapa de atenção livre), no qual foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre as orelhas direita e esquerda, com um maior número de acertos na OD (Tabela 2). Tal informação evidenciou que o hemisfério esquerdo dos participantes é o dominante para a linguagem.

Uma queixa comumente observada é a dificuldade de compreensão em situação de escuta desfavorável. Para avaliar a habilidade de figura-fundo para sons verbais, utilizou-se o Teste de Identificação de Sentenças Sintéticas com Mensagem Competitiva Ipsilateral (SSI). Esta habilidade consiste na identificação de mensagem primária na presença de sons competitivos, e a capacidade de realizá-la é de suma importância para o processo de aprendizagem considerando que a acústica das salas de aula são inadequadas, além dos ruídos competitivos presentes. Esse estudo observou diferenças estatisticamente significantes na comparação dos grupos para essa habilidade auditiva, sendo que o GE I apresentou valores médios mais rebaixados que o GC (Tabela 2). O mesmo foi observado no estudo de Garcia et al. (2007) (133).

Os testes que avaliam o processamento auditivo temporal se mostraram importantes instrumentos de avaliação para diferenciar o grupo de crianças com dificuldade de leitura e escrita.

As habilidades de processamento temporal parecem estar intimamente relacionada ao processo de aprendizagem da leitura e da escrita, uma vez que a habilidade fonológica tem sido identificada como um dos preditores mais confiável de eventual conquista de leitura em pré-escolares (11).

Capellini 2008 (134), observou uma associação entre habilidades auditivas e habilidades fonológicas, sugerindo que os processos auditivos interferem diretamente na percepção de aspectos acústicos, temporais e sequenciais dos sons para a formação de uma representação fonológica estável.

A habilidade de resolução temporal possibilita que o indivíduo identifique pequenas variações acústicas que ocorrem no sinal acústico e que lhe permitirão realizar diferentes distinções segmentais, silábicas e de palavras na fala contínua (135). Uma vez alterada, essa habilidade pode acarretar dificuldades no processo de aprendizagem, pois, indivíduos com TPAC normalmente necessitam de maiores gaps ou intervalos de tempo para detectar estímulos, por isso, podem apresentar dificuldades em processar os elementos da fala que são apresentados de forma rápida (136).

Foram observadas diferenças estatísticas entre as orelhas e na comparação de grupos para o GIN. Este estudo corrobora outros (135, 137, 138), que observaram valores médios de aproximadamente 5ms para detecção de gaps em crianças sem alterações de processamento auditivo.

Filippini et al. (2019) (139) verificou que o GIN é uma medida clinicamente eficaz para avaliação e fornece informações sobre a integridade do SNAC, ajudando no diagnóstico clínico de diferentes populações.

Nosso estudo observou que o GIN se mostrou sensível na identificação e diferenciação de crianças com dificuldades de leitura e escrita, uma vez que foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos estudados.

Ainda para análise dos testes temporais, o TPF apresentou diferença estatisticamente significativa na comparação dos grupos (Tabela 8), se mostrando uma medida confiável para diferenciação do grupo de crianças com dificuldade de leitura e escrita. Embora os indivíduos avaliados no GC não tenham apresentado queixas de PAC, observou-se a presença de resultados alterados para a habilidade de ordenação temporal para a normalidade na população brasileira proposto por Schochat (112). No entanto, seguindo os critérios recomendados (7, 8) para classificação como TPAC, as crianças do GC não se enquadraram para tal classificação.

Diante dos resultados apresentados a bateria de testes comportamentais do processamento auditivo central se mostrou sensível na avaliação de crianças com dificuldades de leitura e escrita, mostrando-se como uma importante ferramenta para avaliação e diagnóstico de escolares com dificuldades de leitura e escrita.

Para complementar os testes comportamentais do processamento auditivo são utilizadas medidas eletrofisiológicas, sendo os PEALL uma das opções existentes. Esse potencial proporciona resposta objetiva diante de uma tarefa cognitiva que exige atenção, discriminação, reconhecimento, percepção e memória auditiva (9).

Neste estudo, foi observada diferença entre os resultados dos GC e GE I para os valores de latência para a onda P300 com estímulo tone-burst (Tabela 10), sendo que o GE I apresentou valor médio maior.

Estudos que utilizaram testes eletrofisiológicos em pacientes com dificuldade de leitura e escrita sinalizaram que os valores médios de latência da onda P300, em geral, se apresentam mais longos, confirmando déficits perceptuais auditivos nessa população, a partir da diferença observada entre os grupos (1, 40, 62, 140). Esses estudos corroboram os dados observados no presente estudo. Cabe ressaltar que, as alterações observadas na bateria de testes comportamentais são reforçadas pelo aumento de latência observado no P300 presente no GE I.

Para o P300 com estímulo de fala (Tabela 11), foram observadas diferenças estatisticamente significantes para a onda N1. Esse componente é eliciado pelas mudanças acústicas do início do som, modulações de frequência e intensidade. Pode ainda indicar a capacidade de discriminação auditiva (141).

Com relação ao P300 foram observadas diferenças estatisticamente significante tanto para latência quanto para amplitude. As crianças do GE I apresentaram valores de latência aumentados (350 ms) em relação ao GC (315 ms) e redução da amplitude em relação ao GC.

Por meio da utilização de estímulos verbais, é possível obter informações adicionais sobre os processos biológicos envolvidos no processamento de fala, motivo pelo qual são de grande valor para a prática clínica, pois fornecem informações complementares às obtidas pela avaliação comportamental, seja por razões cognitivas, auditivas e/ou linguísticas. Nesse caso, acredita-se que o processamento de estímulos complexos acontece de forma mais lenta quando comparadas às crianças com e sem dificuldades de leitura e escrita, o que pode prejudicar o processo de aprendizagem, uma vez que essas crianças podem não conseguir acompanhar as instruções e

explicações dadas pelos professores em sala de aula, gerando desmotivação e até desatenção.

No estudo de Massa et al. (2011) (50), que estudou a comparação dos estímulos utilizados em indivíduos adultos com audição normal, observou aumento de latência e redução das amplitudes para os estímulos verbais em comparação aos não verbais. O mesmo pode ser observado nesse estudo para população de crianças com audição normal e dificuldades de leitura e escrita.

O estudo de Alvarenga et al. (2013)(55) também encontrou diferença estatística para a latência e amplitude do P300, reforçando os achados do presente estudo.

A investigação da percepção dos sons da fala vem ganhando destaque uma vez que a comunicação humana é constituída de sons verbais, sendo necessária a percepção da estrutura linguística de um sinal sonoro verbal. O fato é que, decodificar os elementos verbais é uma tarefa complexa e envolve vários processos até chegar no córtex auditivo. Essa percepção dos sons da fala está relacionada a habilidade auditiva de resolução temporal (48).

Quando comparado o desempenho no FFR dos grupos estudados, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes para as latências e amplitudes. Considerando que o FFR possibilita a avaliação objetiva dos estímulos de fala e a representação neural na trajetória da via auditiva, baseado nos dados encontrados, acredita-se que para análise no domínio do tempo, as crianças com e sem dificuldades de leitura e escrita apresentaram desempenho semelhante.

Pouco se sabe sobre os sítios geradores do FFR, acredita-se que são ativadas as regiões subcorticais como tronco encefálico, núcleos cocleares, leminisco lateral e colículos inferiores (142), este instrumento na avaliação do domínio da latência e da amplitude não foi sensível para diferenciar a população estudada. Futuras pesquisas envolvendo outras análises podem ser promissoras, como a comparação da morfologia das ondas e o domínio da frequência podem ser mais sensíveis para diferenciar os grupos estudados.

Outros estudos (61, 64-66, 70) com crianças com distúrbios de linguagem e aprendizagem, TPAC mostraram atraso de latências para a

porção onset, o que indica um déficit na sincronia neural de tronco encefálico para os sons complexos.

O FFR promove a oportunidade de avaliar objetivamente a representação de sinais de estímulos de fala e o tempo de resposta neural na trajetória da via auditiva, acredita-se que este seja um instrumento promissor de avaliação e que novos estudos com análises que vão além do domínio do tempo poderão trazer mais contribuições para compreensão das respostas do FFR. A análise no domínio da frequência é um importante instrumento para avaliar a codificação de fala, uma vez que a frequência influencia diretamente a percepção dos fonemas, por isso mais estudos são necessários envolvendo estas análises.

A avaliação comportamental associada a testes eletrofisiológicos possibilita uma melhor compreensão das habilidades auditivas e seu desenvolvimento proporcionando uma identificação precoce de possíveis atrasos no desenvolvimento e, a partir dessa identificação possibilita o planejamento de medidas de intervenção que minimizarão as dificuldades no processo de aprendizagem.

## **6.2. PARTE II – COMPARAÇÃO ENTRE OS GRUPOS NOS MOMENTOS PRÉ E PÓS-TA**

O programa de TA desenvolvido utilizou exercícios baseados no treinamento bottom-up e top-down, os quais contribuem para melhora da discriminação auditiva, atenção, memória, permitindo aumento nas conexões cerebrais.

A estimulação pode ser entendida como o trabalho direcionado a uma habilidade ainda não desenvolvida, com a qual se deseja que se construa e se desenvolva e a intervenção ocorre em habilidades já adquiridas, com o intuito de modificar seu comportamento, podendo estar associada e/ou envolvida a uma ou mais variáveis (143). Nesse contexto, acredita-se que o programa de TA elaborado pode ser utilizado tanto no contexto de estimulação quanto de intervenção.

O TA se mostrou uma ferramenta importante para a habilitação/reabilitação de habilidades auditivas em crianças com dificuldades de leitura e escrita uma vez que em todos os testes comportamentais

realizados, no momento da reavaliação se mostraram com diferenças estatisticamente significantes (tabela 13). Essas mudanças podem se embasadas pela neuroplasticidade do SNAC que promove a reorganização neural. Desse modo, o GE II após o programa de estimulação auditiva apresentou melhora no desempenho no momento da reavaliação.

O GIN é um teste de percepção auditiva e, portanto esta relacionado ao processo Bottom-up, ou seja, exige pouca participação de outros processos cognitivos, enquanto que o TPF tem a participação de memória (121). Portanto a melhora no GIN no GE II deve estar relacionada à melhora no mecanismo bottom-up, sendo assim, acredita-se que o TA proporcionou mudanças na via auditiva através da plasticidade neural.

É importante ressaltar que, segundo os critérios estabelecidos pela ASHA(7) e pela AAA(8), para se utilizar a nomenclatura TPAC, é necessário que no mínimo dois testes da bateria comportamental de avaliação do PAC estejam alterados.

No momento pré-TA, dos 20 sujeitos avaliados, 15 poderiam ser classificados como apresentando o TPAC. Já no momento pós-TA, nenhum sujeito se enquadra na classificação de TPAC. No entanto, 13 sujeitos mantiveram alteração em um teste, sendo apenas o TPF. Vale destacar que mesmo apresentando melhora a habilidade auditiva de ordenação temporal não atingiu o padrão de normalidade esperado para a faixa etária.

Acredita-se que alguns fatores podem ter contribuído para isso, como o número de sessões realizadas, 8 sessões podem não ter sido suficiente para reabilitar essa habilidade, sendo essa, uma habilidade importante e que requer a participação de estruturas como o corpo caloso integrando os hemisférios direito e esquerdo. Portanto, sugere-se que, no caso de alteração de alguma das habilidades auditivas no momento da reavaliação, o programa de TA deve ser estendido enfatizando-se a habilidade alterada.

Outra possibilidade é o fato de que por se tratar de um protocolo de TA fechado para a pesquisa, todos os sujeitos, independente das alterações apresentadas passou pelo mesmo programa e sabe-se da importância da elaboração de tarefas individualizadas enfocando as queixas e dificuldades apresentadas no momento da avaliação.

Vale destacar ainda que essas crianças que não atingiram o padrão de normalidade recomendado devem ser mais investigadas através de avaliação fonoaudiológica, pois podem apresentar déficits fonológicos que podem ser indicadores de outros transtornos específicos de aprendizagem devido à falta de resposta a intervenção.

A análise do PEALL com estímulo tone burst demonstra de forma objetiva a melhora observada na avaliação comportamental. Observou-se diferença estatisticamente significativa para a latência das ondas P1, N1 e do P300 (Tabela 15), com redução significativa nos valores encontrados. Sugere-se que a medida da latência seja mais sensível a mudanças neurofisiológicas após uma estimulação auditiva, quando comparada a medida da amplitude.

Já o PEALL com estímulo de fala, apresentou diferença para a latência dos componentes P2, N2 e P300 e para a amplitude de N2 e P300.

A literatura refere que o componente P2 tem sido indicado como um biomarcador da aprendizagem dos aspectos auditivos e linguísticos (141), portanto essa diminuição de latência observada no GE II pode ser reflexo do aumento da sincronia neural associado à melhora da percepção da fala. Já o componente N2 mostra o registro pré-consciente para o registro de mudanças do estímulo auditivo, sendo considerado um estágio precoce dos processos cerebrais de avaliação e classificação do estímulo (144), portanto, a redução da latência pós-TA sugere que o GE II passou a diferenciar e classificar de forma mais eficiente os estímulos apresentados, demonstrando um amadurecimento e conseqüentemente mais eficiência das estruturas da via auditiva.

Os dados apresentados reforçam a importância do TA na reabilitação de crianças com queixas escolares, e uma vez que o processamento da informação auditiva acontece de forma eficaz, o aprendizado também deverá acontecer considerando que a audição é uma das portas de entrada para o aprendizado.

Situação semelhante foi observada quando analisado o PEALL com estímulo de fala (Tabela 16), que apresentou redução das latências para P2, N2 e P300 e com relação à amplitude observou-se diferença estatisticamente significativa para N2 e P300, sendo que para N2 observou-se uma redução da amplitude enquanto que para o P300 ocorreu um aumento. O uso de estímulo

de fala para avaliação da via auditiva tem se tornado um importante instrumento de avaliação uma vez que se aproxima da codificação neural realizada pelos seres humanos. Os resultados demonstram maior eficiência no processamento da informação com maior ativação neuronal, reforçando a importância da realização do TA.

Na comparação pré e pós TA para o FFR (tabela 17), observou-se diferença estatisticamente significativa para a onda C, com valor médio de latência menor no pós TA. Essa onda representa o período de transição da consoante para a vogal, portanto pode-se supor que houve uma melhora na eficiência do processamento de sons complexos. Essa eficiência no processamento auditivo rápido também está relacionada à habilidade de resolução temporal. Portanto, como houve melhora identificada no GIN, esse dado observado reforça o dado encontrado no teste comportamental.

Já na comparação do GC com o GE II (Tabela 18), não foram observadas diferenças estatisticamente significantes para os testes comportamentais que avaliam o processamento auditivo central, desse modo, o TA mostrou-se um instrumento de intervenção eficaz uma vez que os grupos apresentaram desempenho semelhante nos testes realizados.

A eficácia do TA pode ainda ser reforçada pela análise do PEALL com estímulo não verbal (tabela 19), que apresentou diferença estatisticamente significativa apenas para a latência da onda do P300, sendo que o GE II apresentou valores significativamente menores que o GC, demonstrando que a análise e processamento para esse estímulo sonoro melhorou após o TA.

A utilização de estímulos verbais para os PEALL se mostrou outro recurso importante e com maior sensibilidade para avaliação do processamento de sinais acústicos na via auditiva, pois foram observadas diferenças estatisticamente significantes para a latência da onda N1 e P2 da orelha direita e para a amplitude de N2, sendo que todas elas apresentaram valores menores do GE II quando comparados com o GC. Para as demais medidas, tanto para o PEALL com estímulos não verbais como para os verbais, o desempenho dos grupos mostrou-se semelhante após o TA.

Diante das alterações de processamento auditivo central e pelo fato de que o déficit das habilidades auditivas pode comprometer a comunicação e a aprendizagem, seja auditivo, de linguagem e outros transtornos do

neurodesenvolvimento, o TA pode ser indicado como uma opção no processo de reabilitação para aprimorar a forma como o cérebro lida com o sinal acústico e associadas com estratégias que envolvam memória e cognição que potencializarão a plasticidade e reorganização cortical.

Na análise do FFR na comparação do GC e o GE II houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos apenas para a latência das ondas A, C e E, sendo que o GE II apresentou valores menores em comparação ao GC para as três variáveis. Portanto acredita-se que a representação de sinais de estímulos de fala e o tempo de resposta neural na trajetória da via auditiva melhorou após o TA.

O TA representa uma possibilidade no processo de intervenção de crianças com dificuldades de leitura e escrita, uma vez que, em um curto período de estimulação foram observadas melhoras significativas no desempenho dos testes comportamentais e eletrofisiológicos. Essa estratégia de intervenção possibilita a reabilitação de processos bottom-up e top-down que contribuirão significativamente para o processo de aprendizado. O TA pode ainda ser uma estratégia inicial no processo de reabilitação que contribuirá para a intervenção fonoaudiológica nos aspectos de leitura e escrita, minimizando as dificuldades e o tempo de intervenção. Vale reforçar que na população de crianças com dificuldades de leitura e escrita, muitas vezes faz-se necessária a intervenção fonoaudiológica para complementar o processo de intervenção.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir desse estudo, salientamos a importância da avaliação da via auditiva periférica e central através de testes comportamentais e eletrofisiológicos em crianças com dificuldades de leitura e escrita. Verificamos a estreita relação entre as dificuldades de leitura escrita e a alteração nas habilidades auditivas causando impacto ao longo da vida.

A preocupação com o sistema auditivo em sua totalidade deve fazer parte da rotina de avaliação auditiva, principalmente quando o público em destaque são crianças. É uma importante fase de aquisição da linguagem oral e escrita, e a integridade auditiva é fundamental para o desenvolvimento adequado, além do aprendizado escolar.

É o fonoaudiólogo o profissional responsável pelo trabalho com a linguagem oral e escrita e os preditores de aprendizagem. Sendo que alterações no estabelecimento da relação entre audição e linguagem podem tornar-se importantes preditores de um posterior problema de aprendizagem.

Dessa forma, a parceria entre fonoaudiólogos e professores, buscando a integração do conhecimento e experiências no âmbito escolar, só contribuirão para o processo de ensino aprendizagem. Destaca-se ainda, a importância dessa avaliação para compor a equipe multidisciplinar que atua buscando identificar os déficits no desenvolvimento para o direcionamento e planejamento de estratégias para a intervenção nessa população.

Portanto, acredita-se que os testes comportamentais e eletrofisiológicos são testes sensíveis na identificação de déficits na via auditiva, e uma vez identificado, o TA é um recurso importante a ser utilizado, promovendo mudanças neurofisiológicas comprovadas através de testes comportamentais e eletrofisiológicos se mostrando como uma opção de intervenção eficaz.

Esse estudo mostrou o quanto às avaliações das habilidades auditivas centrais pode contribuir para minimizar as dificuldades escolares e uma vez identificadas, apresenta uma estratégia de intervenção simples, rápida e de fácil aplicação para contribuir com as dificuldades de leitura e escrita.

## 8. CONCLUSÃO

A partir da análise dos resultados obtidos pode-se concluir que:

- Todas as crianças apresentaram integridade do sistema auditivo periférico até o tronco encefálico.
- As crianças com dificuldades de leitura e escrita apresentam desempenho rebaixado nos testes comportamentais apresentando diferenças estatisticamente significantes para os testes: dicótico de dígitos, SSI, teste padrão de frequência e GIN. Os testes eletrofisiológicos também reforçaram os dados comportamentais apresentando aumento da latência no P300.
- Após o programa de TA houve melhora significativa em todos os testes comportamentais do PAC, e redução das latências nos PEALL e FFR.
- O programa de TA foi eficaz para reabilitação das habilidades auditivas em crianças com dificuldades de leitura e escrita.

## 9. REFERÊNCIAS

1. Oliveira JC, B. MCF, Schochat E. Processamento auditivo (central) em crianças com dislexia: avaliação comportamental e eletrofisiológica. *CoDAS*. 2013;25(1):39-44.
2. Abdo AGR, Murphy CFB, Schochat E. Hearing abilities in children with dyslexia and attention deficit hyperactivity disorder. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*. 2010;22(1):25-30.
3. Boscaroli M, Guimaraes CA, Hage SRD, Garcia VL, Schmutzler KMR, Cendes F, et al. Auditory processing disorder in patients with language-learning impairment and correlation with malformation of cortical development. *Brain & Development*. 2011;33(10):824-31.
4. Tallal P. AUDITORY TEMPORAL PERCEPTION, PHONICS, AND READING DISABILITIES IN CHILDREN. *Brain and Language*. 1980;9(2):182-98.
5. Mengler ED, Hogben JH, Michie P, Bishop DVM. Poor frequency discrimination is related to oral language disorder in children: A psychoacoustic study. *Dyslexia*. 2005;11(3):155-73.
6. Rawool VW. Temporal Processing in the Auditory System. In: Geffner D, Ross-Swain D, editors. *Auditory Processing Disorders: Plural Publishing*; 2013.
7. Association AS-L-H. (central) auditory processing disorders [Technical Report]. 2005.
8. Audiology AAo. Guidelines for the Diagnosis, Treatment and Management of Children and Adults with Central Auditory Processing Disorder 2010 [Available from: <https://www.audiology.org/publications-resources/document-library/central-auditory-processing-disorder>].
9. McPherson DL. Late Potentials of the Auditory System. Stein L, editor. San Diego: Singular Publishing Group; 1996.
10. Sharma M, Purdy SC, Kelly AS. Comorbidity of Auditory Processing, Language, and Reading Disorders. *Journal of Speech Language and Hearing Research*. 2009;52(3):706-22.
11. Ramus F, Rosen S, Dakin SC, Day BL, Castellote JM, White S, et al. Theories of developmental dyslexia: insights from a multiple case study of dyslexic adults. *Brain*. 2003;126:841-65.
12. Billiet CR, Bellis TJ. The Relationship Between Brainstem Temporal Processing and Performance on Tests of Central Auditory Function in Children With Reading Disorders. *Journal of Speech Language and Hearing Research*. 2011;54(1):228-42.
13. Richard GJ. The Role of the Speech-Language Pathologist in Identifying and Treating Children With Auditory Processing Disorder Prologue. *Language Speech and Hearing Services in Schools*. 2011;42(3):241-5.
14. Moore DR, Campbell NG. Position Statement and Practice Guidance: Auditory Processing Disorder (APD) Online: British Society of Audiology; 2017 [Available from: <https://www.thebsa.org.uk/>].
15. Musiek FE, Chermak GD, Weihing J. Auditory Training. In: Chermak GD, Musiek FE, editors. *Handbook of Central Auditory Processing Disorder – Comprehensive Intervention*. San Diego: Plural Publishing; 2014. p. 157-200.
16. Kushnerenko E, Ceponiene R, Balan P, Fellman V, Huotilainen M, Naatanen R. Maturation of the auditory event-related potentials during the first year of life. *Neuroreport*. 2002;13(1):47-51.
17. Bamiou DE, Musiek FE, Luxon LM. Aetiology and clinical presentations of auditory processing disorders - a review. *Archives of Disease in Childhood*. 2001;85(5):361-5.
18. Bonaldi LV. Sistema Auditivo Periférico. In: Bevilacqua MC, Martinez MAN, Balen SA, Pupo AC, Reis ACMB, Frota S, editors. *Tratado de Audiologia*. 1 ed. São Paulo: Santos 2012. p. 3-15.

19. Teixeira CF, Griz SMS. Sistema Auditivo Central. In: Bevilacqua MC, Martinez MAN, Balen SA, Pupo AC, Reis ACMB, Frota S, editors. Tratado de Audiologia. 1 ed. São Paulo: Santos; 2012. p. 17-27.
20. Guinan JJ. Olivocochlear efferents: Anatomy, physiology, function, and the measurement of efferent effects in humans. *Ear and Hearing*. 2006;27(6):589-607.
21. Musiek FE, Reeves AG. Asymmetries of the auditory areas of the cerebrum. *Journal of the American Academic of Audiology*. 1990;1(4):240-5.
22. Musiek FE, Baran JA, Pinheiro ML. *Neuroaudiology: case studies*: Singular Publishing Group; 1994.
23. Hugdahl K, Westerhausen R, Alho K, Medvedev S, Hamalainen H. The effect of stimulus intensity on the right ear advantage in dichotic listening. *Neuroscience Letters*. 2008;431(1):90-4.
24. Musiek FE, Shinn J, Chermak GD, Bamiou DE. Perspectives on the Pure-Tone Audiogram. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2017;28(7):655-71.
25. Richard GJ. Language Processing versus Auditory Processing. In: Gaffner D, Ross-Swain D, editors. *Auditory Processing Disorders: Assessment, Management and Treatment*. 3 ed. San Diego: Plural Publishing; 2019. p. 215-32.
26. Kimura D. CEREBRAL-DOMINANCE AND THE PERCEPTION OF VERBAL STIMULI. *Canadian Journal of Psychology*. 1961;15(3):166-71.
27. Rees NS. AUDITORY PROCESSING FACTORS IN LANGUAGE DISORDERS - VIEW FROM PROCURSTES BED. *Journal of Speech and Hearing Disorders*. 1973;38(3):304-15.
28. Lubert N. AUDITORY PERCEPTUAL IMPAIRMENTS IN CHILDREN WITH SPECIFIC LANGUAGE DISORDERS - A REVIEW OF THE LITERATURE. *Journal of Speech and Hearing Disorders*. 1981;46(1):3-9.
29. Simões MB, Schochat E. Transtorno do processamento auditivo (central) em indivíduos com e sem dislexia. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*. 2010;22(4):521-4.
30. Rocha-Muniz CN, Zachy EC, Teixeira RAA, Ventura DF, Befi-Lopes DM, Schochat E. Association between language development and auditory processing disorders. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2014;80(3):231-6.
31. Attoni TM, Quintas VG, Mota HB. Auditory processing, acoustic reflex and phonological expression. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2010;76(6):753-61.
32. Neves IF, Schochat E. Maturação do processamento auditivo em crianças com e sem dificuldades escolares. 2005;17(3):311-20.
33. Jirsa RE, Clontz KB. LONG LATENCY AUDITORY EVENT-RELATED POTENTIALS FROM CHILDREN WITH AUDITORY PROCESSING DISORDERS. *Ear and Hearing*. 1990;11(3):222-32.
34. Knight RT, Scabini D, Woods DL, Clayworth CC. CONTRIBUTIONS OF TEMPORAL PARIETAL JUNCTION TO THE HUMAN AUDITORY-P3. *Brain Research*. 1989;502(1):109-16.
35. Ravden D, Polich J. On P300 measurement stability: habituation, intra-trial block variation, and ultradian rhythms. *Biological Psychology*. 1999;51(1):59-76.
36. Diniz Junior J. *Contribuição ao estudo do potencial evocado auditivo de longa latência em crianças*. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP); 1996.
37. Farias LS, Toniolo IF, Cóser PL. P300: electrophysiological avaiation of hearing in children who have never repeated and who have repeated at school. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*. 2004;70(2):194-9.
38. Santos JLF, Parreira LMMV, Leite RCD. Habilidades de ordenação e resolução temporal em crianças com desvio fonológico. *Revista CEFAC*. 2010;12(3):371-6.
39. 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 Internacionais de Otorrinolaringologia*. 2011;15(4):486-91.

40. Wiemes GRM, Kozlowski L, Mocellin M, Hamerschmidt R, Schuch LH. Cognitive evoked potentials and central auditory processing in children with reading and writing disorders. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2012;78(3):91-7.
41. Romero ACL, Capellini SA, Frizzo ACF. Cognitive potential of children with attention deficit and hyperactivity disorder. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2013;79(5):609-15.
42. Almeida RP, Matas CG. Long latency auditory evoked potentials in malnourished children. *CoDAS*. 2013;25(5):407-12.
43. Santos TS, Mancini PC, Sancio LP, Castro AR, Labanca L, Resende LM. Findings in behavioral and electrophysiological assessment of auditory processing. *Audiology - Communication Research*. 2015;20(3):225-32.
44. Advincula KP, Griz SMS, Frizzo ACF, Pessoa ACRG, Leite-Barros PMA, Gurgel E. Potenciais evocados auditivos de longa latência em crianças com desvio fonológico. *Distúrbios da Comunicação*. 2008;20(2):171-81.
45. Alvarenga KF, Araujo ES, Ferraz E, Crenitte PAP. P300 auditory cognitive evoked potential as an indicator of therapeutical evolution in students with developmental dyslexia. *CoDAS*. 2013;25(6):500-5.
46. Mendonca EBS, Muniz LF, Leal MD, Diniz AD. Applicability of the P300 frequency pattern test to assess auditory processing. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2013;79(4):512-21.
47. Souza J, Rocha VO, Berticelli AZ, Didoné DD, Sleifer P. Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência – P3 em crianças com e sem queixas de dificuldade de aprendizagem. *Audiology - Communication Research*. 2017;22:443-77.
48. Sanfins MD, Colella-Santos MF. Frequency Following Response. In: Menezes PL, Andrade KCL, Frizzo ACF, Carnaúba ATL, Lins OG, editors. *Tratado de Eletrofisiologia para a Audiologia*. 1 ed. Ribeirão Preto: Book Toy; 2018. p. 97-116.
49. Martin BA, Tremblay KL, Korczak P. Speech evoked potential: from the laboratory to the clinic. *EAR AND HEARING*. 2002;23(5):399-415.
50. Massa CGP, Rabelo CM, Matas CG, Schochat E, Samelli AG. P300 with verbal and nonverbal stimuli in normal hearing adults. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2011;77(6):686-90.
51. Francelino EG, Reis CFC, Melo T. O uso do P300 com estímulo de fala para monitoramento do treinamento auditivo. *Distúrbios da Comunicação*. 2014;26(1):27-34.
52. Perez AP, Ziliotto K, Pereira LD. Test-Retest of Long Latency Auditory Evoked Potentials (P300) with Pure Tone and Speech Stimuli. *International Archives of Otorhinolaryngology*. 2017;21(2):134-9.
53. Oppitz SJ, Didone DD, da Silva DD, Gois M, Folgearini J, Ferreira GC, et al. Long-latency auditory evoked potentials with verbal and nonverbal stimuli. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2015;81(6):647-52.
54. Souza AEH, Ferreira L, B. B, Simoni SN, Biaggio EPV. Potencial evocado auditivo de longa latência em crianças com desenvolvimento típico. *Distúrbios da Comunicação*. 2018;30(3).
55. Alvarenga KD, Vicente LC, Lopes RCF, da Silva RA, Banhara MR, Lopes AC, et al. The influence of speech stimuli contrast in cortical auditory evoked potentials. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2013;79(3):336-41.
56. Sanfins MD, Colella-Santos MA. A review of the Clinical Applicability of Speech-Evoked Auditory Brainstem Responses. *Journal of Hearing Science*. 2016;6(1):9-16.
57. Skoe E, Kraus N. Auditory Brain Stem Response to Complex Sounds: A Tutorial. *Ear and Hearing*. 2010;31(3):302-24.
58. Johnson KL, Nicol T, Zecker SG, Kraus N. Developmental plasticity in the human auditory brainstem. *Journal of Neuroscience*. 2008;28(15):4000-7.
59. Johnson KL, Nicol TG, Kraus N. Brain stem response to speech: A biological marker of auditory processing. *Ear and Hearing*. 2005;26(5):424-34.

60. Wible B, Nicol T, Kraus N. Atypical brainstem representation of onset and formant structure of speech sounds in children with language-based learning problems. *Biological Psychology*. 2004;67(3):299-317.
61. Rocha-Muniz CN, Befi-Lopes DM, Schochat E. Investigation of auditory processing disorder and language impairment using the speech-evoked auditory brainstem response. *Hearing Research*. 2012;294(1-2):143-52.
62. Regaçone SF, Guçãõ ACB, Giacheti CM, Romero ACL, Frizzo ACF. Potenciais evocados auditivos de longa latência em escolares com transtornos específicos de aprendizagem. *Audiology - Communication Research*. 2014;19(1):13-8.
63. Filippini R, Befi-Lopes DM, Schochat E. Efficacy of Auditory Training Using the Auditory Brainstem Response to Complex Sounds: Auditory Processing Disorder and Specific Language Impairment. *Folia Phoniatria Et Logopaedica*. 2012;64(5):217-26.
64. Song JH, Banai K, Russo NM, Kraus N. On the relationship between speech- and nonspeech-evoked auditory brainstem responses. *Audiology and Neuro-Otology*. 2006;11(4):233-41.
65. Sanfins MD, Borges LR, Ubiali T, Colella-Santos MF. Speech auditory brainstem response (speech ABR) in the differential diagnosis of scholastic difficulties. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2017;83(1):112-6.
66. Kouni SN, Giannopoulos S, Ziavra N, Koutsojannis C. Brainstem auditory evoked potentials with the use of acoustic clicks and complex verbal sounds in young adults with learning disabilities. *American Journal of Otolaryngology*. 2013;34(6):646-51.
67. Song JH, Banai K, Kraus N. Brainstem timing deficits in children with learning impairment may result from corticofugal origins. *Audiology and Neuro-Otology*. 2008;13(5):335-44.
68. Rocha-Muniz CN, Befi-Lopes DM, Schochat E. Sensitivity, specificity and efficiency of speech-evoked ABR. *Hearing Research*. 2014;317:15-22.
69. Rocha-Muniz CN, Filippini R, Neves-Lobo IF, Rabelo CM, Morais AA, Murphy CFB, et al. Can speech-evoked Auditory Brainstem Response become a useful tool in clinical practice? *Codas*. 2016;28(1):77-80.
70. Ferreira L, Gubiani MB, Keske-Soares M, Skarzynski PH, Sanfins MD, Biaggio EPV. Analysis of the components of Frequency-Following Response in phonological disorders. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2019;122:47-51.
71. Wible B, Nicol T, Kraus N. Correlation between brainstem and cortical auditory processes in normal and language-impaired children. *Brain*. 2005;128:417-23.
72. Banai K, Hornickel J, Skoe E, Nicol T, Zecker S, Kraus N. Reading and Subcortical Auditory Function. *Cerebral Cortex*. 2009;19(11):2699-707.
73. Kraus N, McGee TJ, Carrell TD, Zecker SG, Nicol TG, Koch DB. Auditory neurophysiologic responses and discrimination deficits in children with learning problems. *Science*. 1996;273(5277):971-3.
74. Centanni TM, Booker AB, Sloan AM, Chen F, Maher BJ, Carraway RS, et al. Knockdown of the Dyslexia-Associated Gene *Kiaa0319* Impairs Temporal Responses to Speech Stimuli in Rat Primary Auditory Cortex. *Cerebral Cortex*. 2014;24(7):1753-66.
75. Hornickel J, Kraus N. Unstable Representation of Sound: A Biological Marker of Dyslexia. *Journal of Neuroscience*. 2013;33(8):3500-4.
76. Rawool VW. A temporal processing primer: part 1 defining key concepts in temporal processing. *Hearing Review*. 2006;13:30-4.
77. Tallal P. Opinion - Improving language and literacy is a matter of time. *Nature Reviews Neuroscience*. 2004;5(9):721-8.
78. Kida ADB, de Avila CRB, Capellini SA. Reading Comprehension Assessment through Retelling: Performance Profiles of Children with Dyslexia and Language-Based Learning Disability. *Frontiers in Psychology*. 2016;7:13.

79. Germano GD, Capellini SA. Metalinguistic Skills Evaluation (PROHFON): Characterization and Comparison of Students' Performance. *Psicologia-Reflexao E Critica*. 2015;28(2):378-87.
80. Silva C, Capellini SA. Programa de Remediação Fonoaudiológica: Proposta de intervenção fonoaudiológica para dislexia e transtornos de aprendizagem. São José dos Campos: Pulso Editorial; 2011.
81. Capellini SA. Distúrbios de aprendizagem versus dislexia. In: Ferreira L, Lopes D, Limongi S, editors. *Tratado de fonoaudiologia*. 1 ed. São Paulo: Editora Roca; 2004. p. 862-76.
82. Capellini SA, Silva APC, Silva C, Pinheiro FH. Avaliação e diagnóstico Fonoaudiológico nos distúrbios de aprendizagem e dislexias. In: Zorzi J, Capellini S, editors. *Dislexia e outros distúrbios da leitura e escrita: Letras desafiando a aprendizagem*. São José dos Campos: Pulso; 2009. p. 81-94.
83. Sampaio MN, Pinheiro FH, Silva C. Intervenção para escolares com dificuldades de aprendizagem. In: Capellini S, Silva C, Pinheiro F, editors. *Tópicos em transtornos de aprendizagem*. São José dos Campos: Pulso; 2011. p. 103-15.
84. Navas A, Santos M. Definição e caracterização dos transtornos de linguagem escrita e dislexia. In: Navas A, Santos M, editors. *Transtornos de linguagem escrita: teoria e prática*. Barueri: Manole; 2016. p. 91-114.
85. Sharma M, Purdy SC, Newall P, Wheldall K, Beaman R, Dillon H. Electrophysiological and behavioral evidence of auditory processing deficits in children with reading disorder. *Clinical Neurophysiology*. 2006;117(5):1130-44.
86. Iliadou V, Bamiou DE, Kaprinis S, Kandylis D, Kaprinis G. Auditory Processing Disorders in children suspected of Learning Disabilities-A need for screening? *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2009;73(7):1029-34.
87. Chonchaiya W, Tardif T, Mai XQ, Xu L, Li MY, Kaciroti N, et al. Developmental trends in auditory processing can provide early predictions of language acquisition in young infants. *Developmental Science*. 2013;16(2):159-72.
88. Borges LR, Paschoal JR, Colella-Santos MF. (Central) Auditory Processing: the impact of otitis media. *Clinics*. 2013;68(7):954-9.
89. Moore DR, Halliday LF, Amitay S. Use of auditory learning to manage listening problems in children. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*. 2009;364(1515):409-20.
90. Chermak GD, Musiek F. Auditory training: Principles and approaches for remediating and managing auditory processing disorders. *Seminars in Hearing*. 2002;23(4):297-308.
91. Jirsa RE. Clinical Efficacy of Electrophysiologic Measures in APD Management Programs. *Seminars in Hearing*. 2002;23(4):349-56.
92. Schochat E, Carvalho LZ, Megale RL. Treinamento auditivo: avaliação da manutenção das habilidades. *Pró-fono*. 2002;14(1):93-8.
93. Hayes EA, Warrier CM, Nicol TG, Zecker SG, Kraus N. Neural plasticity following auditory training in children with learning problems. *Clinical Neurophysiology*. 2003;114(4):673-84.
94. Schaffler T, Sonntag J, Hartnegg K, Fischer B. The effect of practice on low-level auditory discrimination, phonological skills, and spelling in dyslexia. *Dyslexia*. 2004;10(2):119-30.
95. Zalzman TE, Schochat E. A eficácia do treinamento auditivo formal em indivíduos com transtorno de processamento auditivo. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*. 2007;12(4):310-4.
96. Putter-Katz H, Adi-Bensaid L, Feldman I, M. H. Effects of speech in noise and dichotic listening intervention programs on central auditory processing disorders.
97. Alonso R, Schochat E. The efficacy of formal auditory training in children with (central) auditory processing disorder: behavioral and electrophysiological evaluation. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2009;75(5):726-32.

98. Sharma M, Purdy SC, Kelly AS. A randomized control trial of interventions in school-aged children with auditory processing disorders. *International Journal of Audiology*. 2012;51(7):506-18.
99. Murphy CFB, Schochat E. Effects of different types of auditory temporal training on language skills: a systematic review. *Clinics*. 2013;68(10):1364-70.
100. Melo A, Costa MJ, Garcia MV, Filha EPV. A randomized control trial of interventions in school-aged children with auditory processing disorders. *Revista CEFAC*. 2015;17(6):2025-32.
101. Filippini R, Brito NFS, Neves-Lobo IF, Schochat E. Manutenção das habilidades auditivas pós treinamento auditivo. *Audiol Commun Res*. 2014;19(2):112-6.
102. Murphy CB, Peres AK, Zachi EC, Ventura DF, Pagan-Neves L, Wertzner HF, et al. Generalization of Sensory Auditory Learning to Top-Down Skills in a Randomized Controlled Trial. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2015;26(1):19-29.
103. Zygouris NC, Avramidis E, Karapetsas AV, Stamoulis GI. Differences in dyslexic students before and after a remediation program: A clinical neuropsychological and event related potential study. *Applied Neuropsychology-Child*. 2018;7(3):235-44.
104. Organization WH. Grades of hearing impairment 2014 [Available from: [https://www.who.int/pbd/deafness/hearing\\_impairment\\_grades/en/](https://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en/)].
105. Jerger J. CLINICAL EXPERIENCE WITH IMPEDANCE AUDIOMETRY. *Archives of Otolaryngology*. 1970;92(4):311-&.
106. Raven J, Raven JC, Court JH. *Matrizes Progressivas Coloridas de Raven: manual*. 1 ed. São Paulo: Pearson Clinical Brasil; 2018. 144 p.
107. Stein LM. *TDE: teste de desempenho escolar: manual para aplicação e interpretação*. 1 ed. São Paulo: Casapsi Livraria e editora Ltda; 2011.
108. Pereira LD, Schochat E. *Testes Auditivos Comportamentais Para Avaliação do Processamento Auditivo Central*. Barueri: Pró-Fono; 2011.
109. Musiek FE. Frequency (pitch) and duration patterns tests. *Journal of the American Academy of Audiology*. 1994;5(4):265-8.
110. Musiek FE, Shinn JB, Jirsa R, Bamiou DE, Baran JA, Zaidan E. GIN (Gaps-In-Noise) test performance in subjects with confirmed central auditory nervous system involvement. *Ear and Hearing*. 2005;26(6):608-18.
111. Jasper HA. The ten-twenty system of the International Federation. *Electroenceph Clin Neurophysiol*. 1958;10:371-75.
112. Schochat E, Rabelo CM, Sanfins MD. *Processamento auditivo central: testes tonais de padrão de frequência e de duração em indivíduos normais de 7 a 16 anos de idade* Pró-Fono. 2000;12(2):1-7.
113. Ferguson MA, Hall RL, Riley A, Moore DR. Communication, Listening, Cognitive and Speech Perception Skills in Children With Auditory Processing Disorder (APD) or Specific Language Impairment (SLI). *Journal of Speech Language and Hearing Research*. 2011;54(1):211-27.
114. Moore DR, Ferguson MA, Edmondson-Jones AM, Ratib S, Riley A. Nature of Auditory Processing Disorder in Children. *Pediatrics*. 2010;126(2):E382-E90.
115. Moore DR. Guest Editorial: Auditory Processing Disorder. *Ear and Hearing*. 2018;39(4):617-20.
116. Wilson WJ. Evolving the concept of APD. *International Journal of Audiology*. 2018;57(4):240-8.
117. Wilson WJ. On the definition of APD and the need for a conceptual model of terminology. *International Journal of Audiology*. 2019;58(8):516-23.
118. Gyldenkaerne P, Dillon H, Sharma M, Purdy SC. Attend to This: The Relationship between Auditory Processing Disorders and Attention Deficits. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2014;25(7):676-87.
119. Weihing J, Guenette L, Chermak G, Brown M, Ceruti J, Fitzgerald K, et al. Characteristics of Pediatric Performance on a Test Battery Commonly Used in the Diagnosis of Central

Auditory Processing Disorder. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2015;26(7):652-69.

120. Brenneman L, Cash E, Chermak GD, Guenette L, Masters G, Musiek FE, et al. The Relationship between Central Auditory Processing, Language, and Cognition in Children Being Evaluated for Central Auditory Processing Disorder. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2017;28(8):758-69.

121. Chermak GD, Bamiou DE, Iliadou V, Musiek FE. Practical guidelines to minimise language and cognitive confounds in the diagnosis of CAPD: a brief tutorial. *International Journal of Audiology*. 2017;56(7):499-506.

122. Iliadou V, Chermak GD, Bamiou DE. Differential Diagnosis of Speech Sound Disorder (Phonological Disorder): Audiological Assessment beyond the Pure-tone Audiogram. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2015;26(4):423-35.

123. Iliadou V, Chermak GD, Bamiou D-E, Musiek FE. Gold Standard, Evidence-Based Approach to Diagnosing APD. *The Hearing Journal*. 2019;72(2):42,5,6.

124. Lopes AC, Almeida BK, Zanconato CM, Mondelli MFCG. Estudo dos limiares de audibilidade de altas frequências em crianças ouvintes com idades entre 7 e 13 anos *Distúrbios da Comunicação*. 2007;19(2):173-80.

125. Ramos CS, Pereira LD. Auditory processing and high frequency audiometry in students of São Paulo. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*. 2005;17(2):153-64.

126. Durante AS. Emissões Otoacústicas. In: Bevilacqua MC, Martinz MAN, Ballen SA, Pupo AC, Reis ACMB, Frota S, editors. *Tratado de Audiologia*. 1 ed. São Paulo: Santos; 2012. p. 145-58.

127. Iliadou V, Kaprinis S, Apalla K, Kritsi A, Bizeli V, Kandylis D. Auditory processing disorders in children with learning disabilities. *European Psychiatry*. 2007;22:S301-S.

128. Schonwiesner M, Rubsamen R, von Cramon DY. Hemispheric asymmetry for spectral and temporal processing in the human antero-lateral auditory belt cortex. *European Journal of Neuroscience*. 2005;22(6):1521-8.

129. Musiek FE, Chermak GD, Weihing J, Zappulla M, Nagle S. Diagnostic Accuracy of Established Central Auditory Processing Test Batteries in Patients with Documented Brain Lesions. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2011;22(6):342-58.

130. Iliadou V, Fourakis M, Vakalos A, Hawks JW, Kaprinis G. Bi-syllabic, Modern Greek word lists for use in word recognition tests. *International Journal of Audiology*. 2006;45(2):74-82.

131. Moncrieff DW, Black JR. Dichotic listening deficits in children with dyslexia. *Dyslexia*. 2008;14(1):54-75.

132. Colella-Santos MF. *Processamento Auditivo Central: Teste Dicótico de Dígitos em indivíduos normais*. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 1998.

133. Garcia VL, Pereira LD, Fukuda Y. Atenção seletiva: PSI em crianças com distúrbio de aprendizagem *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*. 2007;73(3):404-11.

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

135. Martins QP, Vellozo FF, Faccin VA, Garcia MV. Resolução temporal em crianças: análise de diferentes testes. *Distúrbios da Comunicação*. 2017;29(4):727-33.

136. Bamiou DE, Musiek FE, Stow I, Stevens J, Cipolotti L, Brown MM, et al. Auditory temporal processing deficits in patients with insular stroke. *Neurology*. 2006;67(4):614-9.

137. do Amaral MIR, Colella-Santos MF. Temporal Resolution: performance of school-aged children in the GIN - Gaps-in-noise test. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2010;76(6):745-52.

138. B. BHA, Silva M, Branco-Barreiro FCA, Samelli AG. Desempenho de escolares de 7 a 12 anos no teste Gaps-in-Noise. *Revista Sociedade Brasileira Fonoaudiologia*. 2011;16(4):441-4.

139. Filippini R, Wong B, Schochat E, Musiek F. GIN Test: A Meta-Analysis on Its Neurodiagnostic Value. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2019;0(0):1-11.

140. Diniz J, MangabeiraAlbernaz PL, Munhoz MSL, Fukuda Y. Cognitive potentials in children with learning disabilities. *Acta Oto-Laryngologica*. 1997;117(2):211-3.
141. Frizzo ACF, Adivincula KP. Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência: Conceitos e Aplicações Clínicas. In: Menezes PL, Andrade KCL, Frizzo ACF, Carnáuba ATL, Lins OG, editors. *Tratado de Eletrofisiologia para a Audiologia*. 1 ed. Ribeirão Preto: Book Toy; 2018. p. 139-50.
142. Chandrasekaran B, Kraus N. The scalp-recorded brainstem response to speech: Neural origins and plasticity. *Psychophysiology*. 2010;47(2):236-46.
143. Lopes-Herrera S, Guarnieri C. Estimulação X intervenção. In: Lopes-Herrera S, Guarnieri C, editors. *Dicas e estratégias para intervenção fonoaudiológica em linguagem infantil*. Ribeirão Preto: Booktoy; 2016. p. 21-30.
144. Hyppolito MA. Avaliação dos Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência. In: Menezes PL, Andrade KCL, Frizzo ACF, Carnáuba ATL, Lins OG, editors. *Tratado de Eletrofisiologia para a Audiologia*. 1 ed. Ribeirão Preto: Book Toy; 2018. p. 127-8.

## 10. APENDICE

### 10.1. APENDICE I

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

#### PROCESSAMENTO AUDITIVO E AVALIAÇÃO ELETROFISIOLÓGICA DE CRIANÇAS COM DIAGNÓSTICO DE DISLEXIA

**Nome do responsável: Camila Colussi Madruga Rimoli**  
**Número do CAAE:65593317.9.0000.5404**

Convido o seu filho(a) a participar como voluntário dessa pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar os direitos do participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

#### **Justificativa e objetivos:**

Essa pesquisa tem como objetivo estudar a audição por meio de testes auditivos em crianças com diagnóstico de dislexia, pois, do ponto de vista auditivo, alterações nas habilidades auditivas poderão comprometer a compreensão dos sons e desse modo, poderão prejudicar o aprendizado escolar. Este estudo pretende promover um avanço na produção científica das áreas relacionadas à audição e a partir de seus resultados, incentivar novas pesquisas que aprofundem as conclusões. Seus resultados poderão mostrar a importância de levar em conta a audição no diagnóstico e tratamento da dislexia. Além disso, conscientizar os profissionais da saúde da importância da avaliação e tratamento médico e fonoaudiológico das crianças com dislexia o mais precocemente possível, a fim de minimizar seus efeitos no desenvolvimento da criança.

#### **Procedimentos:**

Participando do estudo seu filho(a) será convidado a realizar alguns testes para sabermos se seu filho(a) ouve bem e outros para avaliar se seu filho(a) compreende o que ouviu: entrevista, audiometria, avaliação do processamento auditivo e testes eletrofisiológicos.

- Os exames serão realizados pela pesquisadora responsável, são simples, não invasivos e não doem;
- Os testes serão realizados com fones de ouvido e em cabina acústica;
- Todos os testes serão realizados em duas sessões de 1 hora cada, a serem agendados conforme disponibilidade. Durante a avaliação serão feitas pausas entre os testes, a fim de garantir o diagnóstico correto e

evitar a interferência do cansaço e desatenção nas respostas de seu filho(a);

- Todos os exames serão realizados no CEPRE (UNICAMP);
- Se seu filho(a) tiver alguma alteração, ele(a) será convidado(a) a participar de um programa de Treinamento Auditivo semanal, visando melhorar as habilidades auditivas alteradas. Serão necessárias 8 sessões de 45 min cada, com agendamento prévio.

**Desconfortos e riscos:**

Não há contraindicações para a realização dos exames auditivos e eles não apresentam riscos previsíveis.

Os testes aplicados não oferecem riscos e não doem. É possível sentir-se cansado devido ao tempo de duração dos exames, e se isso acontecer será realizado pausas conforme programado.

**Benefícios:**

Participando dessa pesquisa, será possível identificar problemas de audição que podem interferir no aprendizado escolar. Caso seja identificada alguma alteração, será oferecido um treinamento auditivo para melhorar a audição e deste modo, a qualidade do aprendizado.

A pesquisa irá permitir um melhor entendimento e tratamento da dislexia em crianças.

**Acompanhamento e assistência:**

As crianças que apresentarem alterações serão convidados a participar de um programa de treinamento auditivo em cabina acústica organizado em oito sessões de 45 minutos cada. Após o término do treinamento auditivo, serão repetidos todos os testes, a fim de verificar se houve melhoria da audição após tratamento.

**Sigilo e privacidade:**

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

Os resultados do estudo não farão parte do prontuário médico.

**Ressarcimento e indenização:**

Não será oferecido nenhum ressarcimento de despesas para os participantes do estudo.

**Contato:**

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com a pesquisadora responsável Camila Colussi Madruga Rimoli, no CEPRE/FCM/UNICAMP - Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126; CEP 13083-887, Campinas-SP, ou através do celular (19) 99219-1120, ou e-mail [camilacmadruga@gmail.com](mailto:camilacmadruga@gmail.com)

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do

Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNICAMP das 08:30hs às 11:30hs e das 13:00hs as 17:00hs na Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126; CEP 13083-887 Campinas – SP; telefone (19) 3521-8936 ou (19) 3521-7187; e-mail: [cep@fcm.unicamp.br](mailto:cep@fcm.unicamp.br).

**O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).**

O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) das instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas.

**Consentimento livre e esclarecido:**

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar e declaro estar recebendo uma via original deste documento assinada pelo pesquisador e por mim, tendo todas as folhas por nós rubricadas:

Nome do(a) participante: \_\_\_\_\_

Contato telefônico: \_\_\_\_\_

e-mail (opcional): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
(Nome e assinatura do RESPONSÁVEL LEGAL)

## 10.2. APENDICE II

### TERMO DE ASSENTIMENTO

#### O que significa assentimento?

Assentimento significa que você, menor de idade, concorda em fazer parte de uma pesquisa e receberá todas as informações sobre sua participação. Se houver alguma palavra ou frase que você não entenda, peça ao responsável pela pesquisa ou à equipe do estudo para explicar e esclarecer todas as suas dúvidas. As mesmas informações serão apresentadas ao seu responsável no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que precisa ser assinado para sua participação.

#### DECLARAÇÃO DE ASSENTIMENTO DO PARTICIPANTE

Eu li e entendi as informações desse termo de assentimento e todas as minhas perguntas foram respondidas. Entendo que eu sou livre para aceitar ou recusar e que posso interromper a minha participação a qualquer momento. Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para o objetivo dessa pesquisa.

Receberei uma via assinada e datada deste documento.

Local e data: \_\_\_\_\_

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

\_\_\_\_\_  
Assinatura

#### Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

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

(Assinatura do pesquisador)

## 10.3. APENDICE III

## Anamnese

Nome:		Data:	
DN:		Idade:	
Identificação:		Fone:	
Preferência Manual:	direita ( ) esquerda ( )		
Escolaridade:			
Escola:			
Telefone:			
Nome mãe (ou responsável):			
Informações fornecidas por:			

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

Em que situação a conversação fica mais difícil?

Ambiente silencioso: com um interlocutor ( ) Em grupo ( )  
 Ambiente ruidoso: com um interlocutor ( ) Em grupo ( )  
 Oscila independente do ambiente ( )

Apresente alguma dificuldade na:

Fala sim ( ) não ( ) Qual? \_\_\_\_\_  
 Escrita sim ( ) não ( ) Qual? \_\_\_\_\_  
 Leitura sim ( ) não ( ) Qual? \_\_\_\_\_  
 Matemática sim ( ) não ( ) Qual? \_\_\_\_\_  
 Outras sim ( ) não ( ) Qual? \_\_\_\_\_

Demorou para aprender a falar? sim ( ) não ( )  
 Iniciou com: \_\_\_\_\_

Teve trocas de letras ao aprender a falar? sim ( ) não ( )  
 Quais: \_\_\_\_\_

Demorou para aprender a andar? sim ( ) não ( )  
 Iniciou com: \_\_\_\_\_

Teve dificuldade para aprender a ler?

	sim ( )	não ( )
Teve dificuldade para aprender a ler?		
	sim ( )	não ( )
Teve outras dificuldades escolares?	sim ( )	não ( )
Quais: _____		
Teve repetência escolar?	sim ( )	não ( )
Quantas vezes e em que série: _____		
Tem boa memória?	sim ( )	não ( )
Consegue realizar ordens simples?	sim ( )	não ( )
Consegue realizar ordens complexas?	sim ( )	não ( )
Está tomando algum medicamento?	sim ( )	não ( )
Qual: _____		
Teve episódios de otite, dor de ouvido, principalmente nos primeiros anos de vida?		
	sim ( )	não ( )
Descreva: _____		
Já realizou algum procedimento cirúrgico?		
	sim ( )	não ( )
Descreva: _____		
Teve outras doenças?	sim ( )	não ( )
Quais: _____		
Fez terapia fonoaudiológica?	sim ( )	não ( )
Quando?	Por quanto tempo?	
Fez tratamento com psicopedagogo?	sim ( )	não ( )
Quando?	Por quanto tempo?	
Fez tratamento com psicólogo?	sim ( )	não ( )
Quando?	Por quanto tempo?	
Frequentou creches?	sim ( )	não ( )
Por quanto tempo?		
Familiares tiveram problemas de aprendizagem ou linguagem?		
	sim ( )	não ( )
Parentesco:		

Estuda ou já estudou algum instrumento musical?

sim ( ) não ( )

Qual? \_\_\_\_\_

Há quanto tempo? \_\_\_\_\_

Tempo de estudo diário? \_\_\_\_\_

Escolaridade da mãe ou  
responsável:

## 11. ANEXO

### 11.1. ANEXO I



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** PROCESSAMENTO AUDITIVO E AVALIAÇÃO ELETROFISIOLÓGICA DE CRIANÇAS COM DISLEXIA

**Pesquisador:** CAMILA COLUSSI MADRUGA RIMOLI

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 65593317.9.0000.5404

**Instituição Proponente:** Hospital de Clínicas da UNICAMP

**Patrocinador Principal:** Capes Coordenação Aperf Pessoal Nível Superior

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.041.809

##### Apresentação do Projeto:

Os problemas auditivos podem se caracterizar por um quadro clínico isolado ou estarem associados a outras alterações. Dentre as alterações encontradas que se associam à audição, estão os transtornos de aprendizagem (TA). O transtorno de leitura, foco do presente estudo, é comumente encontrado na literatura sob a nomenclatura de Dislexia do

Desenvolvimento (DD) e apresenta mais altos índices na população, quando comparado aos demais transtornos, com incidência de cerca de 4%. No presente estudo, serão avaliadas 40 crianças com diagnóstico de dislexia, realizado pela equipe do DISAPRE/HC/UNICAMP, com faixa etária entre 8 a 14 anos. Aqueles que concordarem em participar, realizarão testes comportamentais e eletrofisiológicos pré e pós treinamento auditivo. A pesquisa será desenvolvida nos Laboratórios de Audiologia do Centro de Estudos e Pesquisas em Reabilitação Prof. Gabriel Porto, da Faculdade de Ciências Médicas, da Universidade Estadual de Campinas (CEPRE/FCM/UNICAMP). Espera-se identificar as alterações no processamento auditivo central que interferem no processo de aprendizagem. Através do treinamento auditivo busca-se minimizar seus efeitos no desenvolvimento da criança.

##### Objetivo da Pesquisa:

Estudar o sistema auditivo periférico e central por meio de respostas comportamentais e

**Endereço:** Rua Tessália Vieira de Camargo, 126  
**Bairro:** Barão Geraldo **CEP:** 13.063-867  
**UF:** SP **Município:** CAMPINAS  
**Telefone:** (19)3521-8936 **Fax:** (19)3521-7187 **E-mail:** cep@fcm.unicamp.br



Continuação do Parecer: 2.041.609

eletrofisiológicas em crianças com diagnóstico de dislexia.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Constam do TCLE as seguintes informações:

. Não há contraindicações para a realização dos exames auditivos e eles não apresentam riscos previsíveis. Os testes aplicados não oferecem riscos e não doem. É possível sentir-se cansado devido ao tempo de duração dos exames, e se isso acontecer será realizado pausas conforme programado.

**Benefícios:**

Será realizada a avaliação comportamental e eletrofisiológica da audição de crianças com dislexia. Para aquelas que apresentarem alteração, será oferecido treinamento auditivo.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Projeto de tese de doutorado.

Critério de Inclusão:

- Faixa etária de 8 a 14 anos;
- Diagnóstico de dislexia realizado no DISAPRE;
- Avaliação audiológica básica (audiometria, logaudiometria e imitanciometria) dentro dos limites de normalidade, ou seja, com limiares auditivos inferiores a 20dB, segundo a classificação de Davis e Silverman(26) e timpanometria tipo A de acordo com a proposta de Jerger.

Critério de Exclusão:

- presença de perda auditiva condutiva, mista ou sensorineural.
- crianças com transtornos mentais, neurológicos e/ou síndromes genéticas.
- uso de medicamentos psicoativos.
- em tratamento fonoaudiológico.

Tamanho da Amostra no Brasil: 80, sendo 40 participantes do grupo controle e 40 do grupo de estudo.

O estudo não é multicêntrico e não haverá uso de fontes secundárias de dados.

Coleta de dados: entre 01/03/2017 e 12/2018.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Adequadamente apresentados, conforme quadro de documentos postados.

Em parecer anterior, foram apontadas as seguintes pendências, relativas ao TCLE:

- 1) Foi substituída a frase "Após o término do treinamento auditivo, serão

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126  
 Bairro: Barão Geraldo CEP: 13.083-867  
 UF: SP Município: CAMPINAS  
 Telefone: (19)3521-8936 Fax: (19)3521-7187 E-mail: cep@fcm.unicamp.br



Continuação do Parecer: 2.041.609

repetidos todos os testes a fim de comprovar as melhoras ocorridas.", por... "serão repetidos todos os testes, a fim de verificar se houve melhoria da audição após tratamento." PENDÊNCIA ATENDIDA.

2 A respeito do local de contato da pesquisadora, foi incluído o departamento (CEPRE/FCM/UNICAMP). PENDÊNCIA ATENDIDA.

**Recomendações:**

—

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Pendências satisfatoriamente atendidas.

Projeto em acordo com Res. CNS 466-2012.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

- O participante da pesquisa deve receber uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (quando aplicável).

- O participante da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (quando aplicável).

- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado. Se o pesquisador considerar a descontinuação do estudo, esta deve ser justificada e somente ser realizada após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou. O pesquisador deve aguardar o parecer do CEP quanto à descontinuação, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao participante ou quando constatar a superioridade de uma estratégia diagnóstica ou terapêutica oferecida a um dos grupos da pesquisa, isto é, somente em caso de necessidade de ação imediata com intuito de proteger os participantes.

- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo. É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126  
 Bairro: Barão Geraldo CEP: 13.083-867  
 UF: SP Município: CAMPINAS  
 Telefone: (19)3521-8936 Fax: (19)3521-7187 E-mail: cep@fcm.unicamp.br



Continuação do Parecer: 2.041.609

- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas e aguardando a aprovação do CEP para continuidade da pesquisa. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial.

- Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente seis meses após a data deste parecer de aprovação e ao término do estudo.

- Lembramos que segundo a Resolução 466/2012, item XI.2 letra e, "cabe ao pesquisador apresentar dados solicitados pelo CEP ou pela CONEP a qualquer momento".

- O pesquisador deve manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período de 5 anos após o término da pesquisa.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_858679.pdf	17/04/2017 21:15:14		Aceito
Outros	Carta.pdf	17/04/2017 21:14:45	CAMILA COLUSSI MADRUGA RIMOLI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_TALE.pdf	17/04/2017 21:13:34	CAMILA COLUSSI MADRUGA RIMOLI	Aceito
Outros	RA.jpg	09/03/2017 22:17:55	CAMILA COLUSSI MADRUGA RIMOLI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	10/02/2017 00:01:47	CAMILA COLUSSI MADRUGA RIMOLI	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Autorizacao.pdf	09/02/2017 23:51:54	CAMILA COLUSSI MADRUGA RIMOLI	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	09/02/2017 23:51:24	CAMILA COLUSSI MADRUGA RIMOLI	Aceito

Situação do Parecer:

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126  
 Bairro: Barão Geraldo CEP: 13.083-867  
 UF: SP Município: CAMPINAS  
 Telefone: (19)3521-8936 Fax: (19)3521-7187 E-mail: cep@fcm.unicamp.br



Continuação do Parecer: 2.041.609

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CAMPINAS, 02 de Maio de 2017

---

**Assinado por:**  
**Renata Maria dos Santos Celeghini**  
**(Coordenador)**

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126  
Bairro: Barão Geraldo CEP: 13.083-867  
UF: SP Município: CAMPINAS  
Telefone: (19)3521-8936 Fax: (19)3521-7187 E-mail: cep@fcm.unicamp.br

## 11.2. ANEXO II

### Avaliação audiológica

Hz	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
OD								
OE								

### Audiometria Alta Frequência

Hz	9000	10000	11200	12500	14000	16000
OD						
OE						

LRF	dB
OD	
OE	

IRF	%	dB
OD		
OE		

### Imitanciometria

	Pressão	Complac.	Vol.	Grad.
OD				
OE				

	Reflexo Contralateral		Reflexo Ipsilateral	
	OD	OE	OD	OE
500				
1000				
2000				
3000				
4000				

### 11.3. ANEXO III

#### Folhas de registro PAC

1) Teste dicótico de dígitos

OD	OE
5_4_	8_7_
4_8_	9_7_
5_9_	8_4_
7_4_	5_9
9_8_	7_5_
5_7_	9_5_
5_8_	9_4_
4_5_	8_9_
4_9_	7_8_
9_5_	4_8_
4_7_	8_5_
8_5_	4_7_
8_9_	7_4_
7_9_	5_8_
9_7_	4_5_
7_8_	5_4_
7_5_	9_8_
8_7_	4_9_
9_4_	5_7_
8_4_	7_9_

Acertos

OD: \_\_\_\_\_ OE: \_\_\_\_\_



## 3) Teste de Padrão de Frequência

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

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

## 4) Gaps-in-noise

ANEXO D – GIN (*Gaps in Noise*)

Nome: \_\_\_\_\_  
 Idade: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

TREINO	Posição do <i>gap</i> (ms)	Duração do <i>gap</i> (ms)
1	1865,1	15
	2838,1	5
	3454,4	20
2	643,7	8
	1871,2	8
	4353,1	5
3	2961,4	5
4	2314,6	15
5	1205,5	5
	4387,9	10
	5436,2	10
6	1049,6	20
	2925,7	8
	4197,4	8
7	972,1	10
	3729,8	10
8		
9	1099,6	20
	3698,4	15
	4781,5	15
10	4250,0	20

Teste 1	Posição do gap (ms)	Duração do gap (ms)
1	1337,3	15
	3870,3	2
	5277,3	5
2	1303,2	15
3	2862,4	6
	4491,8	10
4	1145,4	6
	3449,6	20
	4319,3	6
5	4466,0	4
6	1389,5	12
7	2799,7	3
	3421,8	4
8	1757,1	10
	2875,5	10
9	2863,4	5
10		
11	2727,5	6
	4205,0	12
	5011,1	12
12	4014,1	6
13	2304,8	15
14	1597,2	5
15	2032,1	3
	4564,7	6
16	1000,8	2
	2613,4	3
	4190,7	20
17		
18	1268,9	5
	1977,2	4

Teste 1	Posição do gap (ms)	Duração do gap (ms)
19	1193,7	10
20	726,3	2
21	4595,4	5
22	4024,6	8
	5174,2	20
23	500,5	12
	4837,5	10
24	2196,3	8
25	2006,3	20
	3349,4	2
26	1520,3	3
	5491,9	2
27	1955,9	5
	3194,0	15
28	1056,3	2
	3190,6	20
	4358,1	8
29	1338,3	3
	3802,5	4
30	884,3	3
	2150,3	15
	3386,4	20
31	4199,3	4
32	3047,4	4
	5322,9	10
33	1812,0	15
	2793,5	8
34	1564,4	8
	2255,5	8
35	1118,5	12
	2613,0	12

Teste 2	Posição do gap (ms)	Duração do gap (ms)
1	2230,0	2
	3571,3	10
2		
3	4380,2	15
4	1985,9	3
	3014,2	6
	3745,9	2
5	2433,6	12
	5033,8	20
6	1308,9	12
	1865,4	4
	2681,0	12
7	1019,9	10
	4179,4	15
	5469,4	8
8	1275,5	10
	2944,7	2
	4918,3	10
9	872,4	10
	1460,8	15
	4869,5	15
10	3558,8	2
11	753,1	4
	1298,7	3
12	2202,5	2
13	1546,5	15
	2924,6	4
	5014,3	4
14	718,7	10
	2498,6	4
	4546,5	20
15	820,5	6
	1675,9	15

Teste 2	Posição do gap (ms)	Duração do gap (ms)
16		
17	3726,3	3
18	1509,1	2
	4759,5	3
19	1125,4	5
20	684,5	3
	2673,1	12
	3425,0	3
21	4238,4	8
22	3216,0	20
23	774,2	5
	3276,4	12
	4923,4	4
24	520,9	5
	2799,5	5
25	1840,3	8
26	1209,1	5
	5376,2	6
27	510,1	5
	2549,9	20
	4399,3	6
28	624,9	6
	2737,8	12
	4108,1	20
29	1319,7	20
30	711,7	8
	4386,1	6
31	2698,9	8
32	1501,8	8

## 5) Teste Dicótico Consoante-Vogal

<b>Atenção Livre</b>	
<b>OD</b>	<b>OE</b>
TA	GA
GA	BA
CA	TA
DA	BA
GA	DA
BA	TA
DA	CA
PA	GA
CA	PA
BA	CA
PA	DA
TA	PA
<b>Inverte Fone</b>	
GA	TA
BA	GA
TA	CA
BA	DA
DA	GA
TA	BA
CA	DA
GA	PA
PA	CA
CA	BA
DA	PA
PA	TA

OD:

OE:

Erros: